COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 MAI 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur le triméthylène et sur le propylène et sur une nouvelle classe de carbures d'hydrogène; l'isomérie dynamique;* par M. Berthelot.

« Le triméthylène et le propylène, gaz isomériques répondant à la formule C^3H^6, diffèrent par leur chaleur de formation depuis les éléments, carbone (diamant) et hydrogène, soit $-9^{Cal},4$ pour le propylène et $-17^{Cal},1$ pour le triméthylène ([1]), c'est-à-dire un excès d'énergie de $+7^{Cal},7$ en faveur de ce dernier. Ils forment d'ailleurs des composés isomériques : bromures, sulfates, alcools, etc., et la chaleur de formation

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XXX, p. 560-564.

de ces derniers depuis les éléments est au contraire bien plus voisine et presque la même; soit pour les bromures, comme il va être dit :

$$C^3\text{ (diamant)} + H^6 + Br^2\text{ (liquide)} = C^3H^6Br^2\text{ (liquide)}.$$

Triméthylène........................	$+21^{Cal},4$
Propylène	$+19^{Cal},7$

» Pour les sulfates (dissous dans l'acide sulfurique),

$$2(C^3 + H^6) + 3SO^4H^2\text{ liquide} = SO^4(C^3H^7)^2 + 2SO^4H^2,$$

Triméthylène.............	$+8^{Cal},4 \times 2 = 16,8$
Propylène	$+7^{Cal},3 \times 2 = 14,6$

» Pour les alcools, d'après les chaleurs de combustion déterminées par M. Louguinine (¹) : $C^3 + H^8 + O = C^3H^8O$ liquide.

Alcool propylique normal (dérivé du triméthylène)......	$+78^{Cal},6$
Alcool isopropylique (dérivé du propylène)............	$+80^{Cal},6$ (²)

» Ces divers groupes de dérivés isomériques ont donc des chaleurs de formation très voisines, conformément à une loi générale que j'ai signalée pour les corps isomères de même fonction chimique; tandis qu'il en est autrement des deux carbures isomères générateurs : cette différence mérite une attention particulière, j'y reviendrai tout à l'heure. Mais, auparavant, je crois utile de donner le détail des expériences à l'aide desquelles je suis arrivé aux valeurs précédentes.

» 1. *Bromure de propylène.* — On dirige un courant régulier de propylène pur, dans un tube contenant du brome, sous une couche d'eau; le tout pesé, puis immergé dans un calorimètre. Un petit tube pesé, renfermant de la potasse solide, mouillée à sa partie inférieure, est placé à la suite, en dehors du calorimètre ; de façon à recueillir les vapeurs de brome entraînées.

» Dans ces conditions, le propylène est absorbé complètement, ou à peu près, par le brome : son poids est donné par la pesée finale du tube à brome; il convient d'y ajouter les quelques milligrammes d'augmentation

---

(¹) Même Recueil, 5ᵉ série, t. XXI, p. 140.

(²) On trouverait $+76^{Cal},5$ pour ce nombre, en l'évaluant d'après la transformation du propylène en acide isopropylsulfurique étendu, comparée à la formation de ce dernier acide au moyen de l'alcool isopropylique : même Recueil, 5ᵉ série, t. IX, p. 312 et 336.

de poids du tube à potasse solide consécutif, représentant la vapeur de brome entraînée, dont le poids introduit une légère correction dans le calcul thermique.

» Nous avons ainsi la chaleur dégagée par l'union du propylène avec le brome. Cette chaleur elle-même se compose de deux parties, savoir : la chaleur de formation du bromure de propylène, quantité principale, et la chaleur dégagée par l'union de ce bromure avec l'excès de brome, quantité secondaire. On évalue cette dernière par des expériences directes, exécutées en mélangeant le bromure de propylène pur avec diverses proportions de brome pur; je donnerai tout à l'heure ces dernières.

» En définitive, j'obtiens, à 15°,3,

$$C^3H^6 \text{ (propylène)} + Br^2 \text{ liquide} = C^3H^6Br^2 \text{ liquide} \ldots\ldots\ldots \quad +29^{Cal},1$$

» Ce nombre se rapporte entièrement à la combinaison ; les phénomènes de substitution étant insignifiants dans ces conditions, comme je l'établirai plus loin.

» Le nombre obtenu est presque identique avec celui que j'avais obtenu, il y a quelques années (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. IX, p. 296) pour l'éthylène [1]

$$C^2H^4 \text{ (éthylène)} + Br^2 \text{ liquide} = C^2H^4Br^2 \text{ liquide} \ldots\ldots\ldots \quad +29^{Cal},3$$

ce qui montre que le propylène est bien l'homologue de l'éthylène; ainsi qu'il résulte d'ailleurs des chaleurs de formation de ces deux gaz, offrant la différence normale de $+5^{Cal},2$, et de l'ensemble de leurs propriétés.

» 2. *Bromure de triméthylène.* — L'expérience a été conduite de la même manière. Elle est beaucoup plus délicate, l'absorption du triméthylène par le brome n'étant pas instantanée; de telle façon que dans le même temps et les mêmes conditions, le poids de triméthylène absorbé était à peu près le quart de celui du propylène. Un volume notable échappait à la réaction, en entraînant du brome, qui était absorbé par la potasse. Le poids exact du triméthylène combiné était dès lors connu avec exactitude; mais l'expérience avait une durée plus considérable.

» La chaleur dégagée par l'union du brome en excès avec le bromure de triméthylène a été mesurée, comme plus haut, et déduite.

---

[1] Voir LOUGUININE, *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1198 (1893), pour les carbures liquides à poids moléculaires plus élevés, de constitution diverse.

» En définitive, j'obtiens, à 14°,6 :

$$C^3H^6 \text{ (triméthylène)} + Br^2 \text{ liquide} = C^3H^6Br^2 \text{ liquide} : +38^{Cal},5;$$

valeur qui l'emporte de $+9^{Cal},4$ sur la chaleur de formation du bromure de propylène, et de $9^{Cal},2$ sur celle du bromure d'éthylène.

» On reviendra sur ce grand excès thermique.

» 3. *Perbromures de propylène et de triméthylène.* — On a mesuré dans le calorimètre la chaleur dégagée, lorsqu'on ajoute le brome pur, par équivalents successifs, avec le bromure de propylène et avec le bromure de triméthylène pur; ce qui n'offre point de difficulté.

» Voici les résultats observés :

Propylène.				Triméthylène.			
$C^3H^6Br^2$ liquide + Br liquide..		+0,522		$C^3H^6Br^2$ liquide + Br liquide..		+0,592	
On ajoute :	$+2^e$Br	+0,350	Br^2 + 0,872	On ajoute :	+Br	+0,418	Br^2 + 1,010
»	$+Br^2$	+0,525	Br^4 + 1,397	»	$+Br^2$	+0,557	Br^4 + 1,567
»	$+Br^2$	+0,264	Br^6 + 1,661	»	$+Br^2$	+0,485	Br^5 + 2,052

» Il résulte de ces chiffres que l'union du brome avec les bromures de propylène et de triméthylène dégage de la chaleur : aussi importe-t-il, dans ce genre d'expériences, soit d'opérer à équivalents strictement égaux, soit de tenir un compte exact de l'action exercée par un excès de l'un des corps mis en présence; *a fortiori*, si l'on avait recours à un dissolvant commun, tel que chlorure de carbone, composé bromé, ou autre.

» J'ai déjà observé ce dégagement de chaleur avec l'éther bromhydrique ou bromure d'éthyle (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIII, p. 223) :

» Par exemple, $C^2H^5Br + Br^3$ dégage $+3^{Cal},0$.

» Ces phénomènes ne sont pas dus à des substitutions. En effet, après avoir fait agir Br^6 sur les deux $C^3H^6Br^2$, à froid, j'ai séparé le brome libre, au moyen d'une solution aqueuse d'acide sulfureux, et j'ai retrouvé, en opérant sur la totalité :

Bromure de triméthylène	$31^{gr},6$ au lieu de $31^{gr},7$	initial
Bromure de propylène...........	$30^{gr},6$ au lieu de $31^{gr},0$	»

» Le poids de ces bromures n'avait donc pas varié sensiblement; sauf une légère perte attribuable au transvasement et à l'action dissolvante de l'eau. S'il y avait eu substitution, il y aurait eu au contraire une augmentation de poids plus ou moins considérable.

» Les effets observés sont donc bien attribuables à la formation de perbromures d'éthyle, de propylène, de triméthylène, comparables aux perbromures d'hydrogène ou de potassium, ainsi qu'au periodure cristallisé de potassium, composés analogues dont j'ai signalé à plusieurs reprises l'existence et mesuré la chaleur de formation. Tous ces composés sont d'ailleurs en partie dissociés et ils doivent encore être rapprochés du bromure d'oxyde d'éthyle, combinaison cristallisée bien connue, formée de même par addition directe.

» En ce qui touche l'action du brome sur les bromures de propylène et de triméthylène, on remarquera que la chaleur dégagée est très voisine, avec ces deux corps, pour une même addition de brome; le bromure de triméthylène dégageant toujours un peu plus de chaleur que le bromure de propylène, circonstance qui tient peut-être à ce que la tension de vapeur du mélange est diminuée davantage en raison du point d'ébullition plus élevé du bromure de triméthylène (+ 165° au lieu de 141°,5). Mais c'est assez parler de cet ordre de composés secondaires.

» 4. *Sulfate de propylène.* — J'ai préparé ce corps en faisant absorber le propylène par l'acide sulfurique concentré, placé au fond d'un tube immergé dans le calorimètre. Une petite toile de platine enroulée et plongée dans l'acide sulfurique le répartissait sur une surface plus grande, afin de faciliter l'absorption. J'opérais par des poids d'acide voisins de 1^{gr}, afin de me rapprocher autant que possible de la saturation.

» Malgré ces précautions, l'absorption s'effectue moins bien dans ces conditions que dans une éprouvette sur le mercure, et il n'a pas été possible de saturer entièrement l'acide, ni même de dépasser une demi-saturation : $C^3H^6 + SO^4H^2$; ce qui répond à un mélange de sulfate neutre (précipitable par l'eau) et d'acide propylsulfurique avec l'excès d'acide sulfurique non saturé.

» Ces conditions peuvent toutefois conduire à des conclusions valables pour la comparaison des deux carbures, pourvu que l'on observe des rapports de poids identiques entre l'acide et le carbure d'hydrogène. La différence entre la chaleur dégagée par des proportions fort inégales d'acide et de propylène n'est pas, d'ailleurs, bien considérable, ainsi qu'il résulte des nombres ci-dessous :

$C^3H^6 + SO^4H^2$ liquide, a dégagé... $+16^{Cal},5$

$2C^3H^6 + 3SO^4H^2$ liquide......... $+16^{Cal},7 \times 2 = 33^{Cal},4$

» Dans mes anciennes expériences, faites en 1876, *avec un grand excès*

d'acide sulfurique (*Ann. de Ch. et de Phys.*, 5ᵉ série, t. IX, p. 336) j'avais trouvé pour C^3H^6 absorbé : $+17,0$.

» J'avais également reconnu que, cette absorption étant rapportée par le calcul à l'acide étendu d'eau (lequel ne l'absorbe pas directement)

$C^3H^6 + SO^4H^2$ étendu, dégage .... $+16^{Cal},7$

nombre presque identique à celui qui répond à l'éthylène ; car, d'après mes mesures :

$C^2H^4 + SO^4H^2$ étendu, dégage .... $+16^{Cal},9$

» Il prouve encore que la chaleur dégagée par la dilution et la dissolution, dans un excès d'eau, des produits de la réaction du propylène sur l'acide sulfurique pur, doit être faible ou nulle (abstraction faite de l'action de l'eau sur l'excès d'acide sulfurique non combiné) ; ce qu'a confirmé, en effet, une expérience exécutée sur l'acide entièrement saturé de propylène.

» Mais il en est autrement, si l'on opère avec un acide saturé seulement à moitié ou au tiers, comme ci-dessus ; dans ce cas, si l'on veut séparer du sulfate de propylène inaltéré, il faut refroidir l'acide et l'eau et opérer le mélange, en versant le premier goutte à goutte dans un grand excès d'eau, et en évitant toute élévation sensible de température ; autrement, il se produit un dédoublement, avec régénération d'acide sulfurique libre et formation simultanée de polymères du propylène, qui surnagent, et d'acide isopropylsulfurique, qui demeure dissous. Ce même dédoublement s'opère d'ailleurs à la longue sur le sulfate de propylène maintenu en présence de l'eau. — Le sulfate de triméthylène, une fois séparé, est plus stable et se maintient longtemps inaltéré en présence de l'eau. Mais si l'on ne prévient pas toute élévation de température, lorsqu'on ajoute de l'eau au sulfate de triméthylène mélangé avec un excès notable d'acide sulfurique, ce sulfate lui-même se détruit et fournit également des polymères liquides. Ce sont là des observations essentielles, lorsqu'on veut préparer les sulfates des carbures d'hydrogène.

» 5. *Sulfate de triméthylène.* — J'ai fait absorber le triméthylène par l'acide sulfurique pur, dans les mêmes conditions que le propylène, et en opérant de même au sein du calorimètre. L'absorption est plus lente qu'avec le propylène ; moitié plus lente, à peu près, autant qu'il est possible de comparer les phénomènes. Aussi a-t-il été impossible d'arriver à la limite de neutralisation. J'ai obtenu

$2C^3H^6 + 3SO^4H^2$ liquide .... $+25,5 \times 2 = 51,0$
$C^3H^6 + 3SO^4H^2$ liquide .... $+26,2$

» On voit que le nombre observé, pour un même poids de carbure, ne varie pas beaucoup avec les proportions d'acide employées.

» On peut comparer les chiffres mesurés avec les deux gaz, pour les mêmes proportions relatives, telles que

$$2C^3H^6 + 3SO^4H^2.$$

» J'ai trouvé, pour C^3H^6 absorbé

Propylène.	Triméthylène.
+16,7	+25,5

» Le triméthylène l'emporte encore sur le propylène, et cela de $+8^{Cal},8$.

» En résumé, j'ai obtenu les chiffres suivants :

	Triméthylène.	Propylène.	Différence.
	Cal	Cal	Cal
Chaleur de formation par les éléments...	−17,1	−9,4	−7,7
Union avec Br^2 liquide................	+38,5	+29,1	+9,4
Union avec SO^4H^2 liquide..............	+25,5	+16,7	+8,8
Union avec H^2O........................	+26,7 (¹)	+16,5 (²)	+10,2

» On voit par ces chiffres que la transformation du triméthylène et du propylène en combinaisons isomériques donne lieu à des dégagements de chaleur très inégaux et qui diffèrent de 8^{Cal} à 10^{Cal}; c'est-à-dire sensiblement comme valeur numérique, quoiqu'en sens inverse, de la même quantité de chaleur que la formation du triméthylène et du propylène eux-mêmes, au moyen des éléments. L'excès d'énergie du triméthylène, comparé au propylène, ne subsiste donc pas dans les combinaisons parallèles de ces deux gaz : il se perd dans l'acte de la combinaison, sans que les produits cependant deviennent identiques. Mais ces produits possèdent des chaleurs de formation presque égales au moyen des éléments.

» Si l'on ajoute que la formation des combinaisons similaires dégage à peu près les mêmes quantités de chaleur, soit avec le propylène, soit avec

---

(¹) D'après la chaleur de combustion de l'alcool propylique normal donnée par Louguinine.

(²) D'après mes propres données sur la formation de l'alcool isopropylique (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5ᵉ série, t. IX, p. 336).

La chaleur de formation de l'alcool éthylique liquide, avec l'éthylène gazeux et l'eau liquide, serait, d'après les données déduites de la formation de l'acide iséthionique (même recueil, p. 328) : $+16^{Cal},9$; d'après mes déterminations les plus récentes des chaleurs de combustion : $+15^{Cal},7$. Ces valeurs sont voisines de celles obtenues pour l'hydratation du propylène.

l'éthylène, on voit que le triméthylène offre quelque chose de tout spécial dans sa constitution : il est placé en dehors des séries homologues étudiées jusqu'à ce jour, dont le distingue l'énergie toute spéciale emmagasinée dans sa formation.

» J'ai déjà signalé, dans un travail exécuté avec M. Matignon ([1]), des relations analogues entre le térébenthène et ses isomères, le camphène et le citrène, tous carbures représentés par la formule $C^{10}H^{16}$.

» La chaleur de formation du térébenthène liquide par les éléments est, en effet, égale à $+4^{Cal},2$; tandis que celle du citrène liquide s'élève à $+21^{Cal},7$; et celle du camphène cristallisé à $+27^{Cal},2$, soit à l'état liquide vers 24^{Cal}.

» Le térébenthène renferme donc, par rapport à ses isomères, un excès d'énergie équivalent à $+18^{Cal}$ ou $+20^{Cal}$.

» Or cet excès, circonstance remarquable, se perd dans la combinaison parallèle des trois corps avec le gaz chlorhydrique.

				Cal
Térébenthène...	$C^{10}H^{16}$ liq. +	HCl gaz	$= C^{10}H^{17}Cl$ solide..	+38,9
Camphène.....	$C^{10}H^{16}$ liq. +	HCl	$= C^{10}H^{17}Cl$ sol. env.	+19,0
Citrène........	$C^{10}H^{16}$ liq. +	HCl	$= C^{10}H^{17}Cl$ liq....	+18,7
»	»	+2HCl	$= C^{10}H^{18}Cl^2$ crist..	+20,1 × 2

» Le térébenthène dégage, en formant un chlorhydrate, 19^{Cal} à 20^{Cal} de plus que les carbures isomères; chiffre fort voisin de l'excès d'énergie qui le distingue de ces carbures.

» Il en résulte que la chaleur de formation des chlorhydrates isomériques par les éléments : C^{10}(diamant) $+ H^{17} + Cl = C^{10}H^{17}Cl$, est à peu près la même :

	Cal
Soit pour le térébenthène (composé cristallisé)....	+65,1
pour le camphène » »	+64,5
pour le citrène (composé liquide)...........	+62,4

» Le térébenthène possède donc une constitution essentiellement différente de celle de ses isomères. Son excès d'énergie, aussi bien que celle du triméthylène, se dissipe dans la formation des combinaisons et autres dérivés; c'est-à-dire, remarquons-le bien, dans la formation des corps sur lesquels les chimistes ont coutume de s'appuyer pour construire leurs formules actuelles, dites de constitution, soit dans le plan, soit dans l'espace.

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XXIII, p. 538.

En raison de cette circonstance, je crois qu'il est permis de regarder le triméthylène et le térébenthène comme répondant à des types tout nouveaux caractérisés par leur mobilité et leurs réserves d'énergie : ce sont des isomères dynamiques.

» Peut-être doit-on en rapprocher encore certains carbures, tels que les polymères liquides de l'acétylène, formés sous l'influence de l'effluve électrique, et qui se décomposent d'une façon explosive par un léger échauffement. Il y a toute une classe de composés susceptibles d'exister même dans l'état gazeux et qui jouent un rôle dans la Physiologie végétale : une étude approfondie en multipliera, sans doute, le nombre et l'importance. »

ASTRONOMIE. — *Note de M.* LŒWY *accompagnant la présentation d'un Volume des « Annales de l'observatoire de Bordeaux ».*

« Le Volume publié par M. Rayet, Directeur de l'observatoire, que j'ai l'honneur de présenter, contient des travaux intéressants. L'observatoire de Bordeaux a été fondé il y a douze ans environ, le volumeest déjà le cinquième qui ait paru depuis cette époque; il témoigne donc, sous tous les rapports, de l'activité incessante de cet établissement scientifique.

» La première partie de ce Volume est relative à une recherche purement théorique de M. Luc Picart, sur la désagrégation des essaims météoriques. Ce travail important a été entrepris dans le but d'étudier d'une façon aussi rigoureuse que possible, la formation des courants météoriques qui, d'après la théorie généralement admise, donnent naissance aux chutes d'étoiles filantes. L'auteur considère un système de corps de masses très petites, soumises seulement à leurs attractions mutuelles et à l'attraction du soleil.

» La première partie du Mémoire donne les conditions suffisantes pour la stabilité d'un essaim de corpuscules qui décrit un cercle autour du soleil ; une explication des condensations secondaires ressort de la considération des particules dont les positions et les vitesses initiales sont voisines de celles qui assureraient la stabilité.

» La deuxième et la troisième partie sont consacrées à une étude des équations différentielles, définissant le mouvement d'un corpuscule ou d'une condensation secondaire qui se sépare de l'essaim. Leur intégration montre que la désagrégation s'opère le long de l'orbite primitive.

» Enfin, dans la quatrième partie, M. Picart cherche les relations qui

existent entre les différentes particules d'un essaim qui se désagrège. Les conclusions auxquelles est arrivé M. Picart jettent une vive lumière sur une des questions les plus intéressantes de l'Astronomie moderne.

» La seconde partie du volume renferme des séries d'observations méridiennes très précises exécutées à l'observatoire de Bordeaux. Elles sont les conséquences d'un plan de travail méthodiquement suivi par le Directeur de l'observatoire depuis plusieurs années. Ces observations sont relatives à la revision d'une zone d'étoiles comprises entre 10° et 20° de déclinaison australe. Ces travaux fournissent les positions exactes des étoiles les plus brillantes de cette région et leurs mouvements propres.

» La fin du volume renferme les positions précises obtenues à l'aide des équatoriaux relatives aux planètes et comètes, et les séries des observations météorologiques et magnétiques exécutées dans les années 1886 et 1887.

» L'ensemble de ces études constitue un contingent en résultats fort précieux pour la Science astronomique. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Académicien libre en remplacement de feu M. le général *Favé*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 63,

M. Laussedat obtient	60	suffrages.
M. Ad. Carnot	2	»
M. Lauth	1	»

M. **Laussedat**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1894.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Montyon (*Arts insalubres*). — MM. Armand Gautier, Schützenberger, Troost, Schlœsing, Larrey réunissent la majorité des suffrages.

Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Brouardel et Moissan.

Prix Pourat. — MM. Bouchard, Potain, Guyon, Marey, Chauveau réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ranvier et Sappey.

Prix Gay. — MM. Daubrée, Fouqué, Milne-Edwards, Van Tieghem, Gaudry réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Armand Gautier et Mallard.

Prix Cuvier. — MM. Daubrée, Milne-Edwards, Fouqué, de Lacaze-Duthiers, Blanchard réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Gaudry et Perrier.

Prix Trémont. — MM. Bertrand, Berthelot, Fizeau, Faye, Sarrau réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Lévy et Mascart.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *De la formation d'urée dans le foie après la mort.* Note de M. Charles Richet.

« Un des principes fondamentaux de la Physiologie générale, c'est que les tissus de l'organisme, quand la circulation et l'hématose ont cessé, continuent pendant un certain temps, variable avec chaque tissu, à exercer les mêmes fonctions que pendant la vie. Autrement dit, la mort de l'*individu* n'entraîne pas la mort immédiate et simultanée des parties anatomiques qui le constituaient.

» Un exemple remarquable de cette action chimique des tissus survivant à la mort de l'individu, c'est la production du sucre dans le foie. Claude Bernard, dans une mémorable expérience, a montré que la formation du sucre aux dépens du glycogène hépatique se continuait pendant plusieurs heures dans le foie retiré du corps et lavé immédiatement après la mort par un courant d'eau qui enlevait tout le sang contenu dans les vaisseaux.

» J'ai pensé à étudier de la même manière la production d'urée dans le foie. La plupart des physiologistes admettent en effet que le foie est un des

principaux organes où se produit l'urée, et la Pathologie, par des preuves nombreuses, confirme cette opinion ([1]).

» Si donc il est vrai que le foie forme de l'urée pendant la vie, il doit continuer à en former encore pendant quelques heures après la mort, alors que la vitalité des cellules hépatiques n'a pas été détruite. J'ai fait à cet égard une série d'expériences nombreuses qui établissent ce fait important.

» Voici comment l'expérience a été faite. Un chien est sacrifié par hémorrhagie; son foie est rapidement enlevé de manière à éviter autant que possible le contact avec les germes microbiens : puis on fait passer par la veine porte 4^{lit} à 5^{lit} d'eau stérilisée contenant 8^{gr} par litre de NaCl. Alors il est devenu à peu près complètement privé de sang, et rempli seulement de la solution saline. Puis on le sépare en deux parties à peu près égales qu'on plonge chacune dans un vase plein de paraffine à 100° (taré, ce qui permet de savoir les poids respectifs de chaque portion immergée). La portion A est pendant dix minutes maintenue à 100°, ce qui détermine la coagulation des ferments, diastases, et matières albuminoïdes qu'elle contenait. La portion B, au contraire, est, aussi rapidement que possible, refroidie par l'immersion du vase plein de paraffine dans de l'eau glacée. Les deux vases sont ensuite mis dans l'étuve à 40°. Au bout de quatre heures on extrait les deux portions de la paraffine; elles sont, chacune séparément, broyées dans un mortier, chauffées à 100° avec un excès de sulfate de soude, et filtrées. Dans le liquide filtré et mesuré, on dose l'urée par l'hypobromite de soude, en mesurant l'azote dégagé.

» Comme les sels ammoniacaux pourraient donner lieu à un dégagement d'azote, les liquides, privés de leurs matières albuminoïdes, étaient au préalable additionnés de potasse (ou, dans quelques cas, de magnésie) et placés dans le vide en présence d'acide sulfurique.

» Voici les résultats de ces dosages :

	Urée pour 1000^{gr} de foie.			
	Portion A (chauffée à 100°).	Nombre de dosages.	Portion B (non chauffée).	Nombre de dosages.
Première expérience......	0,170	I	0,795	II
Deuxième »	0,271	IV	0,793	VI
Troisième »	0,215	I	0,870	II
Quatrième »	0,186	II	0,759	III
Cinquième »	0,238	II	0,935	II
Sixième »	0,294	II	1,510	II

» Ces six expériences très concordantes (non seulement entre elles, mais avec un grand nombre d'autres que je ne mentionne pas, car les pro-

---

([1]) Voy. Brouardel, *Arch. de Physiol.*, 1876, nos 4 et 5.

cédés expérimentaux étaient moins rigoureux) nous donnent la moyenne suivante d'urée par kilogramme de foie :

Foie chauffé	0,229
Foie non chauffé..................	0,944

» Par conséquent, il se forme dans le foie, extrait du corps et privé de sang, *in vitro,* une quantité d'urée relativement considérable, puisque, en quatre heures, elle s'élève à plus de $0^{gr},7$ par kilogramme; ce qui donne en vingt-quatre heures plus de 4^{gr} d'urée.

» Cette urée a pu être extraite d'un foie macéré par un de mes élèves, M. Brief, qui a obtenu, par la méthode de Schroeder, de l'urée pure, parfaitement reconnaissable à tous ses caractères cristallographiques et chimiques.

» On peut établir que cette action uréopoiétique du foie est due à un ferment soluble. Pour le démontrer je filtre, soit sur un filtre métallique très fin, soit sur du papier, par la trompe, la bouillie du foie frais écrasé; j'obtiens ainsi *un liquide dans lequel*, si on le laisse quelques heures à l'étuve, *il se produit de l'urée*. En effet, en ajoutant à ce liquide un grand excès de salol ou de fluorure de sodium, on n'empêche pas l'action des diastases solubles, mais seulement les fermentations microbiennes.

» J'ai comparé la valeur en urée des deux portions; la portion A chauffée à 100° avant d'être mise à l'étuve; la portion B non chauffée.

	Liquide chauffé à 100°.	Nombre de dosages.	Liquide non chauffé.	Nombre de dosages.
4^h d'étuve; salol.........	0,149	II	0,362	II
4 d'étuve; salol.........	0,203	II	0,344	II
24 d'étuve; salol.........	0,256	IV	1,224	II
24 d'étuve; NaFl........	0,221	II	0,751	II
24 d'étuve; NaFl........	0,344	I	1,149	II

» Le sens de ces expériences est singulièrement éclairé par les recherches de MM. A. Gautier et Landi [1], qui ont montré que le muscle continue, après qu'il a été séparé du corps, à vivre et à former des leucomaïnes et des alcaloïdes aux dépens des matières azotées qu'il contient. De même mon expérience prouve que le foie, abandonné à lui-même, et extrait du

(1) *Comptes rendus,* t. CXIV, p. 1312; 1892.

corps, continue à faire de l'urée, probablement par un phénomène d'hydratation dû à une diastase soluble.

» Il existe donc une analogie remarquable entre la formation de sucre dans le foie et la formation d'urée. Les deux phénomènes s'opèrent à l'aide d'une diastase soluble; les deux phénomènes peuvent avoir lieu *in vitro*.

» Il se passe en outre dans ce liquide hépatique (foie frais, broyé et filtré) d'autres faits intéressants que je cherche à analyser (production de matière colorante rouge et de substances réductrices); mais j'ai seulement voulu établir ici qu'un des phénomènes les plus importants de la vie du foie, c'est-à-dire la formation d'urée, est un phénomène analogue aux phénomènes de diastase. »

PALÉONTOLOGIE. — *Les insectes de l'époque carbonifère.* Note de M. **Charles Brongniart.** (Extrait par l'auteur.)

« Les insectes des temps primaires sont restés pendant longtemps inconnus. Ce n'est qu'en 1833 que V. Audouin signala l'empreinte d'une aile de Névroptère provenant des nodules de Coalbrookedale.

» Depuis ce moment, plusieurs naturalistes, entre autres Germar, Goldenberg, Heer, H. Woodward et S.-H. Scudder, décrivirent divers insectes du même âge représentés par des empreintes dont la netteté laissait beaucoup à désirer et ne donnait que des renseignements peu certains sur la nature des animaux dont elles provenaient; mais, en France, on ne rencontrait aucun débris de ce genre.

» Aujourd'hui, au contraire, ce sont les couches primaires de notre pays qui fournissent les documents les plus certains sur l'histoire des insectes des époques anciennes, car d'admirables collections en ont été faites, dans les houillères de Commentry, par M. Fayol qui a bien voulu s'en dessaisir en ma faveur.

» J'ai ainsi examiné et comparé près de mille cinq cents échantillons à l'aide desquels il m'est maintenant possible d'établir les caractères des insectes contemporains des végétaux qui ont formé la houille.

» Nous avons la preuve que, dès la période carbonifère, les insectes étaient nombreux en espèces et qu'ils appartenaient au moins à quatre ordres : les Névroptères, les Orthoptères, les Thysanoures et les Homoptères. Beaucoup d'entre eux étaient de taille gigantesque; il en est qui

mesuraient près de 70^{cm} d'envergure. Bien que leur organisation soit, dans ses traits généraux, la même que celle des insectes qui vivent autour de nous, elle présente, dans certains types, des caractères d'une grande importance, car ils jettent une vive lumière sur certains points obscurs de la morphologie de ces animaux et marquent les étapes successives que le type insecte a subies avant d'arriver à sa forme définitive. Je ferai d'abord remarquer que le thorax est divisé en trois segments toujours reconnaissables, au lieu de former une masse unique comme on le voit généralement; on peut en conclure que les ganglions de la chaîne nerveuse dans cette partie du corps étaient distincts les uns des autres.

» Le premier segment thoracique des insectes actuels porte la première paire de pattes, mais il est toujours dépourvu d'ailes. Ces organes de vol, au nombre de deux paires au maximum, sont insérés sur le méso et sur le métathorax.

» Quelques-uns des insectes de l'époque carbonifère offrent deux paires d'ailes, mais chez d'autres le nombre de ces appendices répond à celui des pattes et une première paire d'ailes occupe le premier segment thoracique. Ces arthropodes sont donc *hexaptères* comme ils sont hexapodes. Ces premières ailes, plus petites que les autres, ressemblent aux élytres rudimentaires du mésothorax des Phasmides; elles affectent l'apparence de lames arrondies à leur extrémité, soutenues par des nervures et rétrécies à la base. Les appendices alaires du prothorax ont disparu chez les insectes actuels, qui sont tétraptères ou même diptères et, parmi les premiers, nous remarquons une réduction notable dans la longueur de l'une des paires d'ailes, tantôt de la paire mésothoracique (quelques Coléoptères, Forficules, Phasmes, etc.), tantôt de la paire métathoracique (Lépidoptères, Hyménoptères, Éphémères, etc.)

» En outre, plusieurs de ces anciens insectes ont conservé, à l'état adulte, des caractères qui ne se retrouvent de nos jours que chez des nymphes ou chez des larves. Ainsi, chez quelques-uns, comme cela se voit encore dans les moignons alaires des nymphes, les membranes supérieure et inférieure n'étaient pas intimement soudées l'une à l'autre et, par conséquent, devaient permettre au sang de circuler librement.

» Ces mêmes insectes et d'autres de groupes différents offrent, à l'état adulte, des appendices latéraux de l'abdomen qui nous paraissent comparables aux lames respiratoires de certaines larves de Névroptères, dans lesquelles se distribuent de nombreuses trachées, mais qui n'ont qu'une courte durée, excepté dans certaines espèces de la famille des Perlides;

doit-on en conclure que l'existence de cet appareil pseudo-branchial était liée aux nécessités de la vie d'insectes constamment plongés dans une atmosphère chaude et humide comme celle des rivages du lac de Commentry? Nous ne saurions l'affirmer et nous nous bornons à en indiquer la possibilité.

» Si maintenant nous examinons les insectes primaires au point de vue des rapports qu'ils offrent avec ceux de la faune actuelle, nous voyons qu'ils en diffèrent tout à fait, non seulement spécifiquement et génériquement, mais même qu'ils ne peuvent rentrer dans les familles créées pour les types qui vivent de nos jours; il a été nécessaire de former des groupes nouveaux qui prennent place dans les ordres actuels.

» Les Névroptères sont largement représentés, et offrent déjà une grande variété de formes. Nous y avons reconnu six familles qui ont des rapports avec les Ephémérides, les Odonates et les Perlides. C'est parmi ces Névroptères qu'il existe des types pourvus de six ailes ou possédant des lames respiratoires abdominales et des espèces de très grande taille se rapprochant de nos Libellules.

» L'ordre des Orthoptères est représenté par des Blattes, des Phasmes, des Locustes et des Criquets. Cependant, on remarque des différences secondaires assez notables entre ces anciens insectes et leurs représentants actuels, différences qui résident principalement dans la disposition des ailes. Ainsi, tandis que les ailes postérieures de nos Orthoptères offrent un champ anal très large, traversé par des nervures disposées en éventail, et pouvant se replier sous les champs antérieurs, les insectes houillers avaient les deux paires d'ailes moins différenciées, et les postérieures ne présentaient pas un champ anal très développé. Un autre caractère du plus haut intérêt se rencontre chez les Blattes. Les espèces de notre époque pondent des œufs contenus dans une capsule ovigère, d'autres sont ovipares; les Paléoblattides étaient pourvus d'un oviscapte et pondaient leurs œufs un à un, comme le font nos Sauterelles et nos Phasmes. Les Phasmes actuels ont les ailes de la première paire réduites à l'état d'écailles; les Protophasmides houillers avaient les quatre ailes bien développées.

» Les Protolocustides et les Paléacridides représentaient les Orthoptères sauteurs, mais leurs ailes postérieures égalaient les antérieures et ne se repliaient pas en éventail. De plus, les Paléacridides avaient de longues antennes tandis que celles de nos criquets sont courtes.

» Les Homoptères étaient représentés dans les temps primaires par des

types dont la nervation des ailes rappelle beaucoup celle des Fulgorides, mais tandis que ces derniers ont des antennes très réduites, ces organes étaient au contraire très développés chez les Protofulgorides. Enfin, quelques espèces présentaient des pièces buccales allongées, ce qui permet de penser que ces insectes puisaient à l'aide de ces instruments les sucs des végétaux. Je n'entrerai pas aujourd'hui dans plus de détails, car cette Note n'est que le résumé d'un travail spécial accompagné de nombreuses planches, et je me contenterai de dire que, en mettant de côté les Blattes, dont une étude détaillée sera faite ultérieurement, j'ai reconnu 62 genres représentés par 137 espèces, sur lesquels 46 genres et 103 espèces sont nouveaux.

» Cette étude éclaire d'un jour nouveau l'histoire et le développement des insectes; elle prouve leur antiquité; elle montre qu'ils n'avaient pas acquis, malgré leur grande taille, le perfectionnement organique que nous leur connaissons de nos jours. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. C. **Tziolkovsky** adresse une Communication relative à des « ballons métalliques dirigeables ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

La **Classe d'Industrie de la Société des Arts de Genève** informe l'Académie qu'elle a pris l'initiative d'une souscription pour ériger un buste en bronze à *Daniel Colladon* sur l'une des places de la ville de Genève.

M. R. **Blondlot**, nommé Correspondant pour la Section de Physique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **d'Arsonval**, M. **Dastre**, M. **Gréhant**, M. **Charles Richet** prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante dans la Section de Médecine et Chirurgie par le décès de M. *Brown-Séquard*.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage ayant pour titre : « Les Mécaniques ou l'élévateur de Héron d'Alexandrie » publiées pour la première fois sur la version arabe de Qostâ Ibn Lûqâ et traduites en français par M. *Carra de Vaux*.

PHYSIQUE. — *Sur la tension superficielle des solutions salines* (1). Note de M. H. **Sentis**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai déjà publié le principe de ma méthode (*Journal de Physique*, 1887); mais diverses modifications, dans le détail desquelles je ne puis entrer ici, en ont beaucoup augmenté la précision.

» Mes expériences ont d'abord porté sur l'eau, et j'ai trouvé qu'entre 0° et 30° la tension superficielle en dynes par centimètre est représentée par

$$75,99 - 0,152t.$$

» Je me suis ensuite occupé des dissolutions salines dans l'eau et j'ai interprété les résultats obtenus de la manière suivante. Soient

F la tension superficielle de la dissolution saline;
f celle de l'eau à la même température;
u le volume de 100 molécules d'eau;
v celui du mélange de n molécules de sel et de $100 - n$ molécules d'eau.

» Considérons l'unité de longueur sur l'eau; nous avons une action f exercée par les molécules d'eau rangées le long de cette ligne.

» J'enlève n sur 100 de ces molécules, tout en maintenant artificiellement les autres dans leurs positions premières. L'action à travers la ligne est devenue $f - \frac{nf}{100}$.

» J'agrandis (ou je restreins) les espaces laissés vides, de manière que le volume de l'eau passe de u à v. L'action $f - \frac{nf}{100}$ s'exercera maintenant à travers la longueur $\sqrt[3]{\frac{v}{u}}$.

» Je remplace les n molécules d'eau enlevées par n molécules de sel. Entre ces molécules de sel et l'eau, il y a une action; soit Φ par unité de

(1) Travail exécuté au Laboratoire de la Faculté des Sciences de Grenoble.

longueur. L'action totale à travers la ligne $\sqrt[3]{\frac{v}{u}}$ est maintenant

$$\Phi \sqrt[3]{\frac{v}{u}} + f - \frac{nf}{100}.$$

» L'action du sel sur l'eau n'est pas égale à celle de l'eau sur elle-même, de sorte que si l'on rend leur mobilité aux molécules, elles vont varier un peu de position, et les deux actions précédentes devront s'égaliser. Mais j'admets que l'action totale à travers la ligne considérée n'a pas sensiblement changé, ce qui donne l'équation

$$\Phi \sqrt[3]{\frac{v}{u}} + f - \frac{nf}{100} = \mathrm{F} \sqrt[3]{\frac{v}{u}},$$

d'où

$$\Phi = \mathrm{F} - \frac{100 - n}{100} \frac{f}{\sqrt[3]{\frac{v}{u}}}.$$

» Ceci posé, mes expériences m'ont donné les résultats suivants pour Φ :

» 1° Cette action est indépendante de la température entre 0° et 25°;

» 2° Elle est proportionnelle à *n* jusqu'à la solution la plus concentrée;

» 3° Elle est indépendante de la nature du sel, et égale à autant de fois $0^{\text{dyne}},78$ par centimètre que le sel comporte de radicaux. Quelques sels semblent faire exception. Cette loi est seulement approchée.

Poids moléculaire.	Sel.	*n*.	$\frac{\Phi}{n}$.	Poids moléculaire.	Sel.	*n*.	$\frac{\Phi}{n}$.
53,5	AmCl	10	1,7	111	$CaCl^2$	10	2,3
58,5	NaCl	8	1,8	158	$StCl^2$	4	2,8
74,5	KCl	5	1,7	208	$BaCl^2$	2	2,5
166	KI	5	1,6	134	$CuCl^2$	1	2,1
103	NaBr	5	1,6	136	$ZnCl^2$	0,945	2,3
65	KCy	4	1,5	95	$MgCl^2$	2,886	2,6
80	AzO^3Am	20	1,5	126	$MnCl^2$	4,75	2,2
85	AzO^3Na	10	1,5	330	$(AzO^3)^2Pb$	2	2,2
101	AzO^3K	4	1,6	190	$(AzO^3)^2Zn$	4	2,5
170	AzO^3Ag	5	1,6	277	$(AzO^3)^2Ba$	½	2,6
161	SO^4Zn	3	1,7	211	$(AzO^3)^2Sr$	1	2,4
159	SO^4Cu	2	1,7	174	SO^4K^2	½	2,5
152	SO^4Fe	2	1,7	142	SO^4Na^2	1	2,4
120	SO^4Mg	0,906	1,6	132	SO^4Am^2	8	2,6
151	SO^4Mn	1	1,7	120	SO^4NaH	1	2,6
158	MnO^4K	⅓	1,7	194	CrO^4K^2	2	2,4
98	$C^2H^3O^2K$	1	1,4	142	$(C^2H^3O^2)^2Mg$	1	2,0
122	ClO^3K	1	1,3	205	$(C^2H^3O^2)^2Sr$	1	1,9
106	ClO^3Na	3	1,3	342	$(SO^4)^3Al^2$	1	3,2

MAGNÉTISME. — *Propriétés des corps magnétiques à diverses températures.* Note de M. P. Curie, présentée par M. Lippmann.

« J'ai montré que le coefficient d'aimantation spécifique k de l'oxygène variait en raison inverse de la température absolue T, loi exprimée par la relation $k = \frac{A}{T}$ dans laquelle A est une constante ([1]). J'ai trouvé que les coefficients d'aimantation du sulfate de fer et du chlorure de manganèse en solutions et celui du palladium pur suivaient approximativement la même loi de variation ([2]). Voici les valeurs de A pour ces corps :

	A				
Oxygène	0,0337	entre	20°	et	450°
Chlorure de manganèse	0,0533	entre	20	et	108
Sulfate de fer	0,0242	entre	20	et	108
Palladium	0,00152	entre	20	et	1370
Magnétite	0,0280	entre	850	et	1350

» Parmi les corps ferro-magnétiques, j'ai étudié le fer ([3]), le nickel et la magnétite.

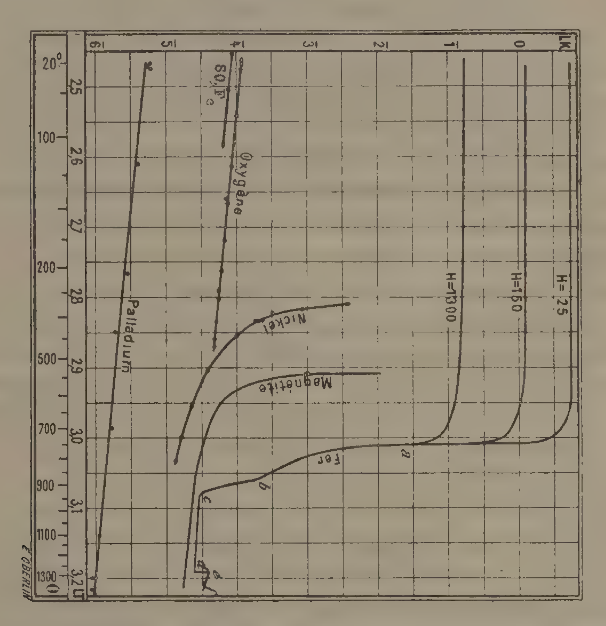
Nickel		Magnétite		Magnétite	
θ.	$K \times 10^6$.	θ.	$K \times 10^6$.	θ.	$K \times 10^6$.
373°	3650	536°	10000?	660°	45,6
384	802	540	1500?	700	38,7
392	665	542	822?	760	31,7
410	200	550	369	800	28,4
445	97	565	162,8	900	24,3
531	37,6	586	92,7	1000	22,0
626	22,6	615	62,5	1200	19,3
724	16,5	630	54,8	1350	17,3
806	13,2				

([1]) Voir *Comptes rendus,* t. CXV, p. 1292; 1893.

([2]) D'après les expériences de G. Wiedemann et celles de M. Plessner (G. Wiedemann, *Pogg. Ann.,* 1865 et 1868. — Plessner, *Wiedemann Ann.,* t. XXXIV, p. 336; 1890), le coefficient d'aimantation des sels magnétiques diminue, quand la température augmente, de la même façon pour tous les sels magnétiques et le coefficient de variation est à peu de choses près numériquement égal au coefficient de dilatation des gaz.

([3]) Voir *Comptes rendus,* t. CXVIII, p. 796 et p. 859; 1894.

» Sur la figure, on a porté en ordonnées les valeurs de $\log k$ et en abscisses les valeurs de $\log T$. L'échelle logarithmique des températures absolues est l'échelle de température la plus naturelle pour tous les phénomènes. L'échelle logarithmique pour le coefficient d'aimantation nous permet de réunir sur une même figure les courbes relatives aux divers corps magnétiques et de les comparer entre elles. Cette échelle permet encore d'avoir une représentation d'ensemble des propriétés des corps ferro-magnétiques. Enfin, lorsque, pour un corps, on a la relation $K = \frac{A}{T}$, la représentation est une droite dont le coefficient angulaire est numériquement égal à -1. C'est le cas pour l'oxygène, le sulfate de fer, le palladium.



» La température de transformation magnétique du nickel est voisine de 340°. Nous avons étudié ce corps à des températures supérieures à celle-là, entre 373° et 806°. Le coefficient d'aimantation est alors indépendant de l'intensité du champ. Il décroît régulièrement et très rapidement quand la température augmente.

» La magnétite (fer-aimant Fe^3O^4) est le corps ferro-magnétique qui se prête le mieux à une étude complète des propriétés magnétiques au-dessus de la température de transformation. C'est un corps stable qui peut être chauffé à des températures très élevées dans des ampoules de

platine sans être altéré. Ce corps a son point de transformation magnétique vers 535°. Aux températures supérieures à celle-là, de 550° à 1370°, le coefficient d'aimantation est indépendant du champ; il décroît régulièrement et très rapidement quand la température s'élève. Aux températures supérieures à 850° la représentation avec coordonnées logarithmiques donne une droite parallèle à celle de l'oxygène et du palladium; c'est-à-dire qu'à ces températures élevées, la magnétite se comporte comme les corps faiblement magnétiques.

» Il est d'après cela vraisemblable que : *La loi inverse de la température absolue est une loi limite qui convient au coefficient d'aimantation des corps ferro-magnétiques lorsque la température est suffisamment éloignée de celle de transformation.*

» On peut maintenant chercher à se faire une idée de ce qui se produit dans le fer qui nous présente un cas beaucoup plus complexe. Les phénomènes qui se passent vers 750° (point *a*) sont normaux; ce sont des phénomènes qui se rencontrent chez tous les corps ferro-magnétiques. De part et d'autre de 860° (point *b*) la courbe offre des points d'inflexion; on pourrait admettre qu'il y a vers cette température une cause particulière d'augmentation dans les valeurs de K; enfin, à 1280° (*de*) se trouve une nouvelle perturbation qui se traduit par une augmentation brusque de K. L'explication suivante me paraît séduisante; je la donne toutefois sous toute réserve : on pourrait admettre que, jusqu'à 860°, le fer se comporte normalement comme tout autre corps ferro-magnétique. Vers 860° (en *b*) le fer commence à se transformer en une deuxième variété allotropique, la transformation est complète vers 920° (*e*) et le fer reste sous cet état jusqu'à 1280° (*d*); le fer est alors analogue à un corps faiblement magnétique, au palladium, à l'oxygène et son coefficient d'aimantation varie suivant la même loi (les expériences sur le fer étant peu précises au-dessus de 1000°, on peut admettre que la droite *cd* est parallèle à celle de l'oxygène). Enfin, à 1280°, le fer reviendrait brusquement à son premier état et la ligne *ef* (1280 à 1366) semble être le prolongement de la ligne *ab*. La ligne *ab* prolongée jusqu'en *f* constituerait bien une courbe analogue à celle que donne la magnétite ou le nickel [1]. »

---

[1] J'ai émis cette hypothèse pour donner une image des résultats de mes expériences et pour chercher à quelles conséquences ils semblent conduire lorsqu'on les considère isolément. Je ne me fais pas d'ailleurs l'illusion de croire que ces résultats soient suffisants pour résoudre à eux seuls la difficile question des transformations du fer. Cette

ACOUSTIQUE MUSICALE. — *Sur un système de gammes nouvelles.* Note de M. **Alexandre de Bertha**, présentée par M. E. Sarrau.

« L'application générale du tempérament égal à la construction des instruments de musique est aujourd'hui un fait accompli. Elle a eu pour conséquence de fixer définitivement les rapports enharmoniques des demi-tons. C'était donner une base nouvelle aux combinaisons harmoniques, qui jusqu'ici ne reposaient que sur le système des gammes diatoniques. Or, afin que cette base nouvelle puisse devenir à son tour un terrain fructueux pour la composition musicale, il fallait d'abord en déduire des gammes nouvelles.

» C'est la division d'une octave en douze demi-tons qui leur sert de point de départ; car de ces douze demi-tons on peut former les groupes

$$(\tfrac{1}{2}, 1) \quad \text{et} \quad (1, \tfrac{1}{2}),$$

qui, quatre fois répétés, produisent les suites

$$(\tfrac{1}{2}, 1, \tfrac{1}{2}, 1, \tfrac{1}{2}, 1, \tfrac{1}{2}, 1)$$

et

$$(1, \tfrac{1}{2}, 1, \tfrac{1}{2}, 1, \tfrac{1}{2}, 1, \tfrac{1}{2}),$$

c'est-à-dire deux gammes que l'on peut construire sur une note quelconque de notre système musical.

» Elles sont composées d'intervalles inégaux comme les gammes diatoniques, sans cesser d'être symétriques comme la gamme chromatique; et quoiqu'elles puissent appartenir à toutes les tonalités, leur nombre se réduit de fait seulement à la tonalité de trois demi-tons se succédant.

» Autant à cause de cette dernière circonstance que de la nécessité de recourir à des changements enharmoniques, il est tout indiqué de les ap-

---

question a été l'objet de nombreux travaux en ces dernières années. M. Le Chatelier a remarqué (*Société de Physique,* séance du 20 avril) que la transformation magnétique vers 750° et le changement d'allure vers 860° correspondent respectivement aux transformations Ar^2 et Ar^3 de M. Osmond et que la transformation de 1280° correspond à un changement dans les propriétés du fer qui avait été signalé vers 1300° par M. Ball mais dont l'existence avait été contestée. (Osmond, *Transformation du fer et du carbone,* 1888. Ball, *Proceedings of the Iron and Steal Institute*, 1891, I, p. 103).

peler des *gammes enharmoniques,* subdivisées, par rapport à une note initiale commune, *en homotones premières* avec le groupe ($\frac{1}{2}$, 1), et en *homotones secondes* avec le groupe (1, $\frac{1}{2}$).

» Prises séparément elles présentent les particularités suivantes :

» La première homotone contient une seconde mineure, la médiante et la dominante et manque au contraire de sous-dominante et de note sensible. Au lieu de celle-ci on rencontre sur son septième degré la *septième mineure,* que les tubes sonores produisent en note naturelle et dont la présence n'a pu être justifiée jusqu'ici dans les gammes diatoniques, car cette note est dans celles-ci en note accidentelle, tandis qu'en sa qualité de phénomène acoustique elle doit avoir un sens propre.

» La *seconde* homotone contient la note sensible, la seconde majeure et la sous-dominante et manque, au contraire, de médiante et de dominante.

» En ce qui concerne la tierce mineure de la tonique, la quinte diminuée et la sixte majeure, elles sont communes aux deux homotones et forment naturellement les accords de la quinte et de la septième diminuées.

» Huit est le nombre des accords parfaits dans chaque homotone, dont quatre majeurs et quatre mineurs. Ils sont placés par couple de deux sur quatre degrés seulement, chaque degré fournissant un accord majeur et un accord mineur, et comme chaque accord mineur est le relatif de l'accord majeur suivant, les quatre couples d'accords forment un cycle complet.

» Dans l'homotone première, ils se trouvent sur les quatre notes appartenant aux deux homotones; dans la seconde, au contraire, sur les quatre autres degrés. De sorte que, prises ensemble, les homotones d'une gamme enharmonique contiennent huit accords majeurs et huit accords mineurs, que l'on peut grouper sur les huit degrés de la seconde. Dans l'ensemble des accords parfaits produits par les trois gammes enharmoniques différentes, chaque accord parfait figure une fois dans une homotone première et une fois dans une homotone seconde.

» Grâce à leur caractère mathématique, les gammes enharmoniques paraissent être appelées à servir de point de départ à l'enseignement musical. Elles ont une raison d'être facilement explicable à l'élève.

» D'autre part, l'expérience a démontré qu'elles enrichissent la mélodie et l'harmonie de teintes nouvelles (1).

(1) Au moment de publier son système, l'auteur a eu l'occasion de constater qu'une des gammes homotones a été employée par M. de Polignac dans une de ses compositions en 1888.

» Il importe de remarquer que le système des homotones n'implique aucun bouleversement dans le domaine de la musique actuelle; il ne fait que mettre à sa disposition des ressources nouvelles. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Mort apparente produite par les courants alternatifs. Rappel à la vie par la respiration artificielle.* Note de M. **A. d'Arsonval**, présentée par M. Cornu.

« Dans ma Note du 4 avril 1887, j'ai montré que l'électricité provoque la mort de deux façons très différentes :

» 1° *Par lésion ou destruction des tissus* (effets disruptifs et électrolytiques de la décharge);

» 2° *Par excitation des centres nerveux* produisant l'arrêt de la respiration et la syncope, mais sans lésions matérielles.

» Dans le premier cas, la mort est *définitive;* dans le second, au contraire, elle n'est qu'*apparente*. J'ai prouvé qu'il était possible alors de rappeler le foudroyé à la vie en pratiquant la respiration artificielle. Aussi ai-je pu résumer mes nombreuses expériences dans la formule pratique suivante : *Un foudroyé doit être traité comme un noyé.*

» M'appuyant sur ces faits, je me suis élevé contre la peine de mort appliquée en Amérique sous le nom d'*électrocution*, le courant alternatif industriel employé dans ce cas produisant presque toujours le second genre de mort.

» Un accident arrivé ces jours derniers, accident dont les conditions ont pu être déterminées avec toute la rigueur d'une expérience de laboratoire, vient confirmer, *sur l'homme*, ce que j'avais vu chez les animaux.

» Voici la relation du fait qui m'a été communiqué par MM. Picou et Maurice Leblanc, deux électriciens bien connus, témoins oculaires de l'accident et sauveteurs de l'*électrocuté*.

» Lorsque l'accident de Saint-Denis s'est produit, l'électromètre d'Épinay, monté entre deux de nos trois fils, marquait 4500 volts et l'ampéremètre, intercalé dans l'un d'eux, marquait 750 milliampères.

» A l'endroit où l'accident s'est produit, les trois fils sont portés par un potelet, scellé dans un mur, à 6m environ au-dessus du sol. L'homme qui a été frappé était à cheval sur la barre de scellement inférieur, tenant d'une main l'un des conducteurs. Il avait monté avec lui un fil téléphonique qu'il était en train de poser. Ce fil s'appuyait sur la barre de scellement et a touché un autre des trois conducteurs.

» *Le courant s'est fermé à travers l'homme, entrant par une main et sortant par une fesse, en court circuit.*

» Il a donc supporté directement toute la tension (4500 volts, fréquence 55 environ). Combien de temps? Il est difficile de le dire avec précision, mais certainement plusieurs minutes. Le court circuit qu'il a établi a déterminé la production d'étincelles au collecteur de l'appareil d'Épinay. L'agent qui le surveillait s'est douté d'un accident sur la ligne et a téléphoné à La Chapelle d'arrêter. Tout cela représente un temps assez long.

» A ce moment nous partions d'Épinay et nous étions déjà dans le train quand nous avons été avisés qu'un accident venait de se produire.

» *Un quart d'heure* environ après nous sommes arrivés à Saint-Denis; cet homme était toujours à cheval sur la barre de scellement et ne donnait plus signe de vie. On a eu beaucoup de mal à le descendre *et cette opération a pris au moins une demi-heure.*

» Suivant vos avis, nous avons pratiqué la respiration artificielle (en faisant manœuvrer les bras) d'abord sans résultat. Je lui ai ouvert la bouche de force et ai dégagé la langue, ses poumons ont fonctionné presque aussitôt. Il a pu parler après deux heures. Il était brûlé à la main droite et à la fesse; aujourd'hui, il va bien.

» Il y a quelques jours, on m'écrivait de nouveau : « Le blessé va bien. Il est à noter » qu'aucun trouble particulier, dû au passage du courant à travers son corps, ne s'est » manifesté. On n'a eu qu'à se préoccuper de soigner les brûlures. »

» Tout commentaire me paraît superflu, et je me contenterai de répéter comme conclusion : *Un foudroyé doit être traité comme un noyé* [1]. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une méthode permettant de mesurer l'intensité de la vision mentale et l'aberration longitudinale de l'œil.* Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. Henri Becquerel.

« M. Charles Richet m'ayant posé ce problème : *Y a-t-il des variations du diamètre de la pupille à l'idée de distances plus ou moins grandes?* j'ai dû rechercher un procédé expérimental éliminant les influences autres que celle de l'imagination. Il fallait éviter les différences d'éclairage et les différences d'accommodation : on ne pouvait employer des perspectives d'un même objet, suggérant des distances réelles inégales, car ces figures ayant nécessairement des dimensions inégales excitent, comme je m'en suis as-

---

[1] En présentant ma Note à l'Académie le 4 avril 1887, M. Brown-Séquard rappelait qu'au laboratoire nous hâtions grandement les effets de la respiration artificielle en excitant électriquement les nerfs laryngés. Le Dr Laborde a trouvé un moyen simple d'arriver au même résultat en exerçant des tractions rythmées de la langue. Aussi conseillerai-je d'adjoindre à la respiration artificielle (procédé de Sylvester) le procédé que le Dr Laborde vient de décrire dans un opuscule récent (voir *Les tractions rythmées de la langue*, Félix Alcan, éditeur; 1894).

suré, inégalement le nerf optique et agissent par là sur les variations de la pupille. Il fallait comparer les diamètres de la pupille, la quantité de lumière reçue par unité de surface sur la rétine étant la même, mais les distances de l'objet étant aussi différentes que possible d'une expérience à l'autre.

» Voici l'artifice par lequel j'ai réalisé ces conditions. Ayant collé sur une carte de bristol blanc un secteur circulaire gris jaunâtre de 30° et de 29^{mm} de rayon, je le fais considérer, dans une pièce aussi uniformément éclairée que possible, à travers un des trous du pupillomètre de Robert Houdin, en appliquant contre cet instrument une lentille convergente de 10 dioptries, et j'éloigne le plan d'épreuve sur une règle divisée jusqu'à ce que le sujet ne perçoive plus qu'une ombre à peine perceptible. Cette distance une fois trouvée, je prie l'observateur de mesurer sa pupille à cet instant. Je détermine ensuite la distance plus grande à laquelle le même secteur, vu à l'œil muni du pupillomètre, sans addition de la lentille, ne lui apparaît plus que comme une ombre à peine perceptible, la même que dans la première expérience, et je le prie de mesurer de nouveau sa pupille. On la trouve, *en général*, plus grande que dans le premier cas. La pupille se dilate donc, chez un grand nombre de sujets (les *visuels*), à l'idée de l'éloignement d'un objet, l'éclat rétinien restant le même et l'accommodation étant toujours nulle.

» La quantité de lumière reçue par l'iris est plus grande dans le premier cas que dans le second, et l'iris se contracte sous l'action directe de la lumière; mais si cette cause purement physiologique influait notablement, toutes les pupilles se dilateraient indistinctement et d'une manière à peu près égale dans la seconde expérience.

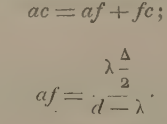
» On peut donc mesurer l'intensité de vision mentale des visuels par la fraction $\frac{\Delta - \Delta_1}{\Delta_1} = M$, en désignant par Δ le diamètre de la pupille lors de la perception du minimum perceptible à l'œil nu, par Δ_1 le diamètre de la pupille lors de la perception du minimum perceptible à travers la lentille. C'est une nouvelle quantité, d'origine psychique, et qui va permettre de calculer, dans les conditions de l'expérience, une autre quantité, dioptrique cette fois, l'aberration longitudinale de l'œil.

» Soient O une lentille équivalente au système optique de l'œil; IO le rayon de cette lentille égal à $\frac{\Delta}{2}$, le rayon de la pupille dilatée; Ω l'objet; ab l'image fournie par les rayons centraux seuls dans la première expérience à travers la lentille; $a'b'$ l'image fournie par les rayons marginaux seuls; fc la portion de la rétine éclairée par

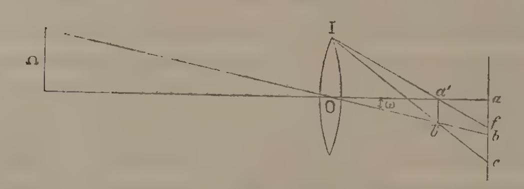
cette image; ac la portion de la rétine éclairée par la totalité des rayons; ω l'angle visuel minimum de chaque sujet pour la figure d'épreuve; d, la distance oa du point nodal à la rétine (15^{mm}), λ la distance, $a'a$ l'aberration longitudinale de l'œil, on a

$$ac = af + fc;$$

mais



$$af = \frac{\lambda \frac{\Delta}{2}}{d-\lambda}.$$



D'autre part, en vertu des proportions $\frac{fc}{a'b'} = \frac{\mathrm{I}f}{\mathrm{I}a} = \frac{\mathrm{O}a}{\mathrm{O}a'} = \frac{d}{d-\lambda}$, et $\frac{a'b'}{ab} = \frac{d-\lambda}{d}$, on a

$$fc = ab = d \operatorname{tang} \omega;$$

donc

$$ac = \frac{\lambda \frac{\Delta}{2}}{d-\lambda} + d \operatorname{tang} \omega.$$

» La quantité de lumière Q reçue sur unité de surface de la rétine, dans le cas de la vision à l'œil nu, est proportionnelle à $\left(\frac{\Delta}{2}\right)^2$, inversement proportionnelle à p^2, p étant la distance de l'objet; elle est donc $\frac{\mathrm{K}\left(\frac{\Delta}{2}\right)^2}{p^2\left(\frac{\lambda \frac{\Delta}{2}}{d-\lambda} + d \operatorname{tang} \omega\right)^2}$ ou, comme $\Omega = p \operatorname{tang} \omega$, on a

$$\mathrm{Q} = \frac{\mathrm{K}\left(\frac{\Delta}{2}\right)^2 \operatorname{tang} \omega^2}{\Omega^2\left(\frac{\lambda \frac{\Delta}{2}}{d-\lambda} + d \operatorname{tang} \omega\right)^2},$$

» Dans le cas de l'expérience à travers la lentille, la quantité de lumière Q_1 reçue par unité de surface sur la rétine est proportionnelle à $\left(\frac{\Delta_1}{2}\right)^2$, inversement proportionnelle à p_1^2, p_1 étant la distance de l'objet; donc $\frac{\mathrm{K}\left(\frac{\Delta_1}{2}\right)^2}{p_1^2 \overline{ab}^2}$ ou, comme $\overline{ab}^2 = \Omega^2 \frac{d^2}{p_1^2}$,

on a $Q_1 = \dfrac{K\left(\dfrac{\Delta_1}{2}\right)}{\Omega^2 d^2}$. Égalant Q et Q_1, on a $\dfrac{\dfrac{\Delta}{2}\operatorname{tang}\omega}{\dfrac{\lambda\dfrac{\Delta}{2}}{d-\lambda}+d\operatorname{tang}\omega} = \dfrac{\dfrac{\Delta_1}{2}}{d}$, d'où l'on tire

$$\lambda = d\frac{\operatorname{tang}\omega\, d\left(\dfrac{\Delta}{2}-\dfrac{\Delta_1}{2}\right)}{\dfrac{\Delta}{2}\dfrac{\Delta_1}{2}+\operatorname{tang}\omega\, d\left(\dfrac{\Delta}{2}-\dfrac{\Delta_1}{2}\right)} = d\frac{2\operatorname{tang}\omega\, d\,\dfrac{\Delta-\Delta_1}{\Delta_1}}{\Delta+2\operatorname{tang}\omega\, d\,\dfrac{\Delta-\Delta_1}{\Delta_1}} = d\frac{2\operatorname{tang}\omega\, M}{\dfrac{\Delta}{d}+2\operatorname{tang}\omega\, M}.$$

» Les Tableaux suivants présentent des extraits d'expériences faites sur mes auditeurs à l'École pratique des Hautes Études :

Sujets.	Δ.	Δ_1.	M.	tang ω.	λ.
	mm	mm			mm
F.......	6,5	4,5	0,444	$\frac{29}{580} = 0,05$	1,39
J.......	9,5	8	0,187	$\frac{29}{320} = 0,09$	0,76
D.......	7,5	7	0,71	$\frac{29}{890} = 0,0326$	1,27
A.......	5,5	4,75	0,158	$\frac{29}{320} = 0,09$	1,08

» Pour éviter toute variation dans l'éclairage ambiant et toute chance d'admission de lumière à l'intérieur du pupillomètre, j'avais précédemment exécuté les mêmes expériences avec un angle de 51°,5 et de 25^{mm} de côtés dans une chambre noire, à la lueur d'une bougie. L'éclairage était trop faible pour qu'on pût mesurer simultanément la pupille : les mesures indiquées ci-dessous ont été faites aussi vite que possible après l'expérience *sur l'œil qui venait d'observer :*

Sujets.	Δ.	Δ_1.	M.	tang ω.	λ.
	mm	mm			mm
F.......	6,5	3,5	0,85	$\frac{25}{1600} = 0,0156$	0,865
F.......	5,5	3,5	0,571	$\frac{25}{1300} = 0,0193$	0,848
A.......	9	7	0,28	$\frac{25}{400} = 0,0625$	0,827
D.......	6,5	5,5	0,181	$\frac{25}{4300} = 0,00582$	0,724

» Les λ de la première série d'expériences sont un peu trop forts parce que les tang ω sont un peu trop forts, sans doute à cause de la présence, dans le local, de poussières dont il était impossible de s'affranchir. Au contraire, si l'on prend la différence de *d* avec la moyenne des quatre valeurs de λ dans la deuxième série d'expériences, on trouve $0^{m},01418 = 70^{\text{dioptries}},5$ et l'on obtient ainsi pour λ en dioptries : 3,9, nombre identique à la valeur théorique que M. le Dr Tscherning a calculée pour l'œil, en supposant sphériques les surfaces, et uniformes les indices de réfraction.

» D'autres expériences sur d'autres yeux m'ont donné des valeurs de λ sensiblement plus petites : il n'y a pas lieu de s'en étonner. »

OPTIQUE. — *Spectre d'absorption des solutions bromhydriques de bromure cuivrique.* Note de M. **Paul Sabatier**.

« Dans une Communication antérieure ([1]), j'ai étudié les spectres d'absorption du bromure cuivrique dissous, soit dans l'alcool absolu, soit dans des quantités plus ou moins grandes d'eau.

» Le pouvoir absorbant, déjà très marqué dans les solutions alcooliques du bromure anhydre, est encore bien plus grand pour les dissolutions dans l'acide bromhydrique *concentré*, ainsi que je l'ai déjà indiqué précédemment ([2]). Pour une teneur en cuivre inférieure à $0^{gr},5$ de métal par litre, la solution aqueuse est presque incolore; la solution alcoolique, nettement colorée en jaune brun, est encore très diaphane; mais la solution bromhydrique est à peu près opaque. Il faut, pour observer son spectre d'absorption, opérer sur des liqueurs bromhydriques très pauvres en cuivre ou sur des épaisseurs très faibles de liquide. C'est une condition peu favorable à l'évaluation précise des coefficients de transmission. Une autre difficulté provient de l'altération spontanée de ces liqueurs.

» Quoique maintenues à l'abri de la lumière en flacons bouchés à l'émeri, ces dissolutions se chargent peu à peu de brome libre, facile à manifester, soit en diluant la liqueur, qui prend alors une teinte jaune plus ou moins foncée, soit en présentant au goulot du vase un papier imbibé d'iodure de potassium, qui brunit aussitôt. La dose de brome libre augmente avec celle du bromure cuivrique, sans qu'il y ait proportionnalité.

» Ainsi après plusieurs mois, pour une richesse en acide bromhydrique à peu près identique, une liqueur, contenant par litre $0^{gr},0255$ de cuivre, renfermait $0^{gr},880$ de brome libre par litre. Une liqueur, renfermant $0^{gr},175$ de cuivre, contenait $5^{gr},120$ de brome libre par litre. Une solution, qui avait par litre $1^{gr},2$ de cuivre, avait $6^{gr},08$ de brome libre.

» L'acide pur, qui avait servi à la confection de ces liqueurs, ne renfermait au contraire que des traces non dosables de brome libre.

» Cette formation doit, sans doute, être attribuée à l'oxydation de l'acide bromhydrique concentré, réaction exothermique qui est amorcée

([1]) *Comptes rendus*, 1894, p. 1042.

([2]) *Ibid.*, p. 980.

par le bromure métallique dissous. M. Berthelot a signalé une action analogue subie par l'acide chlorhydrique concentré, grâce au concours simultané de la lumière et d'un chlorure métallique (manganeux et même ferrique) ([1]), et il a indiqué le mécanisme général de ce genre de transformations. C'est vraisemblablement à un oxychlorure, issu du chlorure, puis le régénérant de nouveau aux dépens de l'acide, qu'il convient de rapporter la cause du phénomène, et ce qui le prouve, c'est que l'intensité de l'absorption lumineuse se trouve diminuée.

» En observant sous l'épaisseur de $2^{mm},5$ une solution récente renfermant par litre $0^{gr},150$ de cuivre dissous à l'état de bromure cuivrique, avec 780^{gr} d'acide bromhydrique, on constate que la transmission de la lumière, très notable dans le rouge, décroît rapidement dans le jaune et le vert, présente un minimum bien accusé dans le bleu vers $\lambda = 503^{\mu\mu}$, puis de nouveau s'accroît dans l'indigo et le violet. La couleur d'ensemble est pourpre.

» Nous indiquons ci-dessous les valeurs obtenues pour les coefficients de transmission α, comparativement avec les solutions bromhydriques, avec les solutions alcooliques de bromure anhydre, et avec les solutions aqueuses vertes ou bleues (voir p. 1044).

λ en $\mu\mu$.	Bromhydrate.	Bromure anhydre.	Hydrate vert.	Hydrate bleu.
720.....	0,310	0,30	0,80	0,72
700.....	0,225	0,45	0,83	0,825
680.....	0,072	0,56	0,86	0,908
660.....	0,001	0,645	0,894	0,942
640.....	$0,97 \times 10^{-4}$	0,70	0,940	0,959
620.....	$0,8 \times 10^{-6}$	0,66	0,962	0,971
600.....	$0,95 \times 10^{-9}$	0,60	0,973	0,981
580.....	$0,104 \times 10^{-9}$	0,53	0,980	0,989
560.....	$0,25 \times 10^{-11}$	0,42	0,983	0,995
540.....	$0,32 \times 10^{-13}$	0,30	0,980	0,997
520.....	$0,12 \times 10^{-16}$	0,19	0,975	0,998
500.....	$0,50 \times 10^{-17}$	0,10	0,968	0,999
480.....	$0,52 \times 10^{-12}$	0,05	0,962	»
460.....	$0,70 \times 10^{-7}$	0,015	0,951	»
440.....	$0,12 \times 10^{-5}$	0,0025	0,935	»

» On voit qu'à partir de $\lambda = 660^{\mu\mu}$, l'absorption est excessivement in-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 546; 1889.

tense. Aussi dès que l'on accroît l'épaisseur de la dissolution ou sa richesse en cuivre, on ne perçoit plus que les rayons rouges de longueurs d'onde supérieures à $680^{\mu\mu}$. De cette extraordinaire puissance de coloration, résulte l'extrême sensibilité du procédé que nous avons décrit antérieurement pour reconnaître des traces de cuivre. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les transformations moléculaires de quelques composés chromiques*. Note de M. A. **Recoura.**

« Je me propose d'étudier dans ce travail les transformations moléculaires qu'éprouve l'hydrate chromique dans certaines circonstances.

» *L'hydrate chromique normal* $Cr^2(OH)^6 + Aq$ est un précipité bleu verdâtre que produisent les alcalis dans la solution d'un sel violet de chrome. Il est caractérisé par ce fait qu'il peut fixer 3 molécules d'acide sulfurique en dégageant $49^{cal},2 = 6 \times 8,2$ ou 6 molécules d'acide chlorhydrique en dégageant $41^{cal},4 = 6 \times 6,9$ (M. Berthelot).

» *Hydrate des dissolutions vertes* $Cr^2O(OH)^4 + Aq$. — Quand on décompose le sulfate vert basique que j'ai décrit (*Comptes rendus,* t. CXII, p. 1439) par une quantité équivalente d'alcali, il se dédouble immédiatement de la façon suivante :

$$Cr^4O(OH)^{10} = 2Cr^2O(OH)^4 + H^2O,$$

car une molécule de l'hydrate ainsi précipité de la solution verte ne peut plus fixer, ainsi que je l'ai montré, que 2 molécules d'acide sulfurique, pour donner le nouveau sulfate basique $Cr^2O(SO^4)^2$ qui est incapable de fixer une nouvelle quantité d'acide.

» Cet hydrate fixe 2 molécules d'acide sulfurique en dégageant $35^{cal} = 4 \times 8,75$ ou bien 4 molécules d'acide chlorhydrique en dégageant $28^{cal},2 = 4 \times 7,05$.

» *Hydrate de sulfochromyle* $[Cr^4O(SO^4)^4](OH)$. — Il y avait lieu de se demander néanmoins si le sulfate basique $Cr^4O(SO^4)^5$ des dissolutions vertes correspondait à un hydrate spécial $Cr^4O(OH)^{10}$, quoique cet hydrate ne pût être isolé. Dans ce but, j'ai étudié à un nouveau point de vue la constitution de la dissolution verte de sulfate. Favre et Valson (*Comptes rendus,* t. LXXIV, p. 1023) ont montré, et je l'ai vérifié, que cette dissolution, quand on la traite par le chlorure de baryum, ne laisse précipiter, *à froid,* immédiatement, que le tiers de son acide sulfurique. Les

deux autres tiers sont dissimulés et par conséquent engagés dans un radical, de sorte que la dissolution verte aurait la constitution suivante :

$$[Cr^4O(SO^4)^4]SO^4 + SO^4H^2,$$

le sel basique étant le sulfate de la base à radical complexe

$$[Cr^4O(SO^4)^4](OH)^2$$

et le chlorure de baryum ne faisant la double décomposition qu'avec l'acide libre et l'acide combiné à cette base.

» J'ai pu mettre cette base en liberté en traitant la solution verte par la quantité d'alcali convenable. Elle est soluble et sa dissolution est d'un vert plus éclatant que la solution verte primitive. J'ai mesuré sa chaleur de neutralisation par l'acide sulfurique :

$$[Cr^4O(SO^4)^4](OH)^2 \text{ diss.} + SO^4H^2 \text{ diss.}$$
$$= [Cr^4O(SO^4)^4]SO^4 \text{ diss.} + H^2O + 14^{cal},2 = 2 \times 7,1$$

Quand on traite la dissolution de cette base par une quantité d'alcali équivalente à l'acide sulfurique qui existe dans son radical, on détruit ce radical et l'on précipite l'hydrate $Cr^2O(OH)^4$ dont je parlais tout à l'heure.

» Il était intéressant de savoir si, dans la dissolution verte $Cr^2O(SO^4)^2$ qui résulte de la neutralisation de cet hydrate par l'acide sulfurique, cet acide est dissimulé comme dans le radical $[Cr^4O(SO^4)^4]$. J'ai constaté qu'il n'en est rien et que, par conséquent, le sulfate vert $Cr^2O(SO^4)^2$ est un sulfate basique ordinaire, le sulfate de la base $Cr^2O(OH)^4$, tandis que le sulfate vert $Cr^4O(SO^4)^5$ des dissolutions chauffées n'est pas le sulfate d'un hydrate $Cr^4O(OH)^{10}$, mais le sulfate normal de la base complexe $[Cr^4O(SO^4)^4]OH)^2$, qu'on peut appeler *hydrate de sulfochromyle*.

» *Chaleurs de transformation.* — J'ai mesuré les quantités de chaleur dégagées par la solution violette et la solution verte quand on les traite par un excès de soude suffisant pour redissoudre le précipité d'hydrate formé [$24NaOH$ pour $Cr^2(OH)^6$]. J'ai démontré antérieurement que, pourvu que l'on opère d'une façon identique dans les deux cas, l'état final est le même. La différence de ces deux quantités de chaleur

$$88^{cal},14 - 126^{cal},05 = -37^{cal},9$$

représente la chaleur absorbée par 2 molécules de sulfate violet dissous pour se transformer en dissolution verte, c'est-à-dire en sulfate de sulfochromyle et acide sulfurique libre.

» Je rappelle que j'ai établi (*Comptes rendus*, t. CXIII, p. 857) que, sous l'influence de la chaleur, le sulfate violet *solide* se transforme en un composé isomère $Cr^2(SO^4)^3$ vert qui n'est ni un sulfate, ni un sel de chrome, mais un composé d'une espèce particulière dans lequel *la totalité* de l'acide sulfurique est dissimulée. J'ai fait voir que 2 molécules de ce composé dissous se transforment en une dissolution identique à la dissolution de sulfate violet chauffée en dégageant $+8^{cal},4$. Par conséquent 2 molécules de cet isomère du sulfate violet se transforment à l'état de dissolution en 2 molécules de sulfate violet avec un dégagement de chaleur de $+37^{cal},9+8^{cal},4=+46^{cal},3$, ou $+23^{cal},15$ pour 1 molécule.

» Pour la transformation de l'hydrate normal $Cr^2(OH)^6+Aq$ en hydrate $Cr^2O(OH)^4+Aq$, j'ai utilisé les deux réactions suivantes :

$$Cr^2(OH)^6+Aq+18\,NaOH\ \text{diss.}=Cr^2O^3\ \text{dissous dans}\ 18\,NaOH\ldots\quad +2^{cal},97$$
$$Cr^2O(OH)^4+Aq+18\,NaOH\ \text{diss.}=Cr^2O^3\ \text{dissous dans}\ 18\,NaOH\ldots\quad +4^{cal},22$$

L'état final étant identique, comme je l'ai déjà dit, on en déduit :

$$Cr^2(OH)^6+Aq=[Cr^2O(OH)^4+Aq]+H^2O\ \text{liq.}=\quad 2^{cal},97-4^{cal},22=-1^{cal},25$$
$$Cr^2(OH)^6+Aq=[Cr^2O(OH)^4+Aq]+H^2O\ \text{sol.}=-1^{cal},25+1^{cal},43=+0^{cal},18$$

» Ainsi donc, la transformation chimique proprement dite de l'hydrate chromique normal dans l'hydrate des dissolutions vertes se produirait avec un dégagement de chaleur *observé* de $0^{cal},2$. Il est probable que le dégagement de chaleur provenant de la transformation moléculaire est plus grand, mais qu'il est masqué par une absorption de chaleur résultant de la séparation de plusieurs molécules d'eau *d'hydratation* que j'ai désignées, suivant l'usage, par Aq, lesquelles, en passant de l'état solide à l'état liquide, absorbent de la chaleur ; quand on l'abandonne à lui-même après sa précipitation, on constate que sa chaleur de neutralisation devient de moins en moins grande avec le temps, en se rapprochant de plus en plus de celle qui répond à l'hydrate susceptible de s'unir avec 4HCl. S'il se trouve en présence d'un alcali, sa transformation est très rapide. La déshydratation moléculaire va même plus loin que l'hydrate $Cr^2O(OH)^4$; en effet, la dissolution alcaline d'oxyde de chrome laisse à la longue précipiter spontanément l'oxyde qui est insoluble immédiatement dans les acides étendus. Il y a plus, lorsqu'on précipite l'oxyde dissous dans la soude, en la saturant par un excès, toujours le même, d'acide sulfurique, les proportions relatives étant identiques, la dose de chaleur qui répond à la neutralisation de l'oxyde de chrome est d'autant plus faible que le temps

écoulé depuis sa dissolution initiale par la soude est plus considérable; par exemple, pour $2SO^4H^2$ étendu $+ Cr^2O^3$, Aq : $+25^{cal}$ après 10′; $+22^{cal},5$ après 25′; $+15^{cal},8$ après 70′; cette différence pourrait tenir à ce que l'oxyde de chrome ainsi modifié s'unirait avec des quantités d'acide de plus en plus faibles. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques combinaisons de l'ammoniac avec divers sels d'argent*. Note de MM. **Joannis** et **Croizier**.

« L'ammoniac forme, avec les sels métalliques, des combinaisons dont un assez grand nombre sont connues. Nous avons repris l'étude de ces composés en vue d'un travail qui fera l'objet de Communications ultérieures.

» Isambert, Rammelsberg, Rose et les autres chimistes qui ont étudié ces combinaisons, les obtenaient en faisant arriver sur les sels métalliques un courant d'ammoniac gazeux jusqu'à ce qu'ils n'augmentassent plus de poids. Grâce à la méthode suivante, qui avait permis à l'un de nous de préparer les chlorures ammoniacaux de sodium et de baryum, que l'autre méthode n'avait pas fournis, nous avons pu réaliser les combinaisons connues, les obtenir mieux définies et en produire de nouvelles.

» On envoie un courant d'ammoniac sec dans un tube contenant un poids connu du sel à étudier préalablement desséché, de façon que la chaleur dégagée par la combinaison n'amène pas la fusion d'une partie du sel; il deviendrait alors très difficile à saturer complètement d'ammoniac. Quand l'arrivée d'une dernière partie de ce gaz n'échauffe plus sensiblement le tube, on le refroidit dans un mélange de glace et de sel marin, tandis qu'on laisse réchauffer à l'air le réservoir d'ammoniaque; ce liquide distille dans le tube, s'y liquéfie et achève la saturation du sel.

» Nous avons représenté la courbe résumant les résultats obtenus par la formule donnée par A. Dupré pour les tensions de vapeurs et appliquée par M. Bertrand à la dissociation des chlorures ammoniacaux étudiés par Isambert.

$$\log P = \frac{a}{T} + b \log T + c,$$

dans laquelle P est la pression en centimètres de mercure et T la température absolue; a, b et c sont des constantes à déterminer pour chaque composé.

» *Bromure d'argent.* — Le bromure d'argent qui, d'après Rammelsberg [1], n'absorbe pas d'ammoniaque, a donné les trois composés suivants, tous les trois solides et blancs,

	$AgBr, 3AzH^3$.		$AgBr\frac{3}{2}AzH^3$.		$AgBrAzH^3$.	
	Calculé.	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.
AgBr....	78,66	78,56	88,06	88,07	91,71	91,74
AzH^3....	21,34	21,44	11,94	11,93	8,29	8,26

» On voit que l'accord entre les nombres théoriques et les résultats de l'expérience est aussi complet que possible.

» Les formules reliant les tensions de dissociation aux températures sont :

Pour $AgBr, 3AzH^3$.... $\log P = -\frac{1787,1294}{T} + 1,075 \log T + 5,7148$

Pour $AgBr, \frac{3}{2}AzH^3$.... $\log P = -\frac{6650,6086}{T} - 35,239 \log T + 111,1904$

Pour $AgBr, 2AzH^3$.... $\log P = -\frac{4033,0512}{T} - 13,249 \log T + 47,5847$

» Les températures de dissociation de ces composés sous la pression normale sont respectivement 3°,5; 34° et 51°,5.

» *Iodure d'argent.* — On ne connaissait jusqu'ici que le composé $AgI, \frac{1}{2}AzH^3$. Nous avons obtenu en outre AgI, AzH^3 qui est solide et blanc comme le premier. Voici les compositions trouvées :

	AgI, AzH^3.		$AgI, \frac{1}{2}AzH^3$.	
	Calculé.	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.
AgI.........	93,25	92,92	96,51	96,34
AzH^3.........	6,75	7,08	3,49	3,66

» La formule qui relie les tensions de dissociation aux températures se confond pour AgI, AzH^3 avec celle du composé $AgBr, 3AzH^3$ et elle est pour $AgI, \frac{1}{2}AzH^3$:

$$\log P = -\frac{3438,3604}{T} - 8,8803 \log T + 34,0799.$$

» Leurs températures de dissociation sous la pression normale sont respectivement 3°,5 et 90°.

---

(1) Rammelsberg, *Pogg. Ann.*, t. LV, p. 248; *Ibid.*, t. XLVIII, p. 170.

» *Cyanure d'argent.* — Le composé AgCy, AzH^3 a été signalé par Isambert [1]; voici l'analyse du composé qui nous a servi

	Calculé.	Trouvé.
AgCy	88,74	88,36
AzH^3	11,26	11,64

» Il est très soluble dans l'ammoniaque à $-10°$.

» La formule de ses tensions de dissociation est

$$\log P = -\frac{12497,1255}{T} - 58,7176 \log T + 186,3546,$$

la température de dissociation sous la pression normale est 102°. Sa tension de dissociation à 100°, indiquée par Isambert comme égale à 55^{cm}, a été trouvée égale à 69^{cm} sur des échantillons de cyanure d'argent préparés par des méthodes différentes.

» *Azotate d'argent.* — Ce sel forme avec l'ammoniaque les trois combinaisons connues [2]

$$AzO^3Ag, 3AzH^3; \quad AzO^3Ag, 2AzH^3; \quad AzO^3Ag, AzH^3.$$

» Nous avons trouvé pour la composition des deux premières

	$AzO^3Ag, 3AzH^3$.		$AzO^3Ag, 2AzH^3$.	
	Calculé.	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.
AzO^3Ag	76,92	76,44	83,33	82,92
AzH^3	23,08	23,56	16,67	17,08

» Le premier composé est très soluble dans l'ammoniaque liquide au-dessous de $-10°$. Les tensions de dissociation sont données par la formule

$$\log P = -\frac{5864,6826}{T} - 26,1384 \log T + 85,3665.$$

» Sous la pression normale il se dissocie à 63°.

» Le deuxième composé $AzO^3Ag, 2AzH^3$ se dissocie sous la pression normale vers 170°, mais sa dissociation se fait irrégulièrement et nous n'avons pu l'étudier à ce point de vue. »

---

(1) Isambert, *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure;* 1868.

(2) Rose, *Pogg. Ann.*, t. XX, p. 153; Kane, *Ann. Chim. Phys.*, t. LXII, p. 282; Reychtes, *Berichte,* t. XVI, p. 990.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la recherche de l'acide chlorhydrique*. Note de MM. **A. Villiers** et **M. Fayolle**, présentée par M. Henri Moissan.

« La recherche de l'acide chlorhydrique présente, comme on le sait, une assez grande difficulté, lorsqu'on se trouve en présence d'une quantité notable des autres hydracides (bromhydrique et iodhydrique). La méthode classique, fondée sur la production de l'acide chlorochromique, n'est utilisable que lorsqu'il s'agit de caractériser des doses massives d'acide chlorhydrique. De plus, elle est d'une application assez dangereuse, de violentes explosions pouvant se produire en présence des iodures.

» M. Denigès a indiqué, en 1891 (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 5e série, t. XXIII, p. 29 et 337), un procédé fondé sur la transformation partielle du chlore et du brome en hypochlorite et hypobromite alcalins et sur la différence des colorations produites par ces derniers sur une solution d'aniline, ou mieux, de phénate d'aniline. L'iode et le brome sont d'abord éliminés par un traitement au chromate de potasse et à l'acide sulfurique, puis le chlore est mis en liberté par le permanganate de potasse. Ces diverses réactions nécessitent une élimination complète de l'iode et du brome. Or, nous avons constaté que l'acide chromique n'est pas sans action sur l'acide chlorhydrique, dans les conditions de l'expérience. De plus, d'après le dispositif indiqué par M. Denigès, on ne recueille qu'une partie du chlore dégagé par le permanganate. Pour cette double raison, les résultats obtenus ne sont pas constants, et surtout, la sensibilité n'est pas très grande, quoique bien supérieure, cependant, à celle que l'on peut obtenir par la production de l'acide chlorochromique.

» La méthode que nous proposons est d'une application plus commode. Elle donne des résultats constants et la sensibilité est, pour ainsi dire, indéfinie. Elle permet, en effet, de déceler, avec la plus grande netteté, la présence de 1^{mgr} d'acide chlorhydrique, et même de $0^{mgr},1$, en présence de plus de 1000 parties d'un mélange de bromure et d'iodure. Elle est fondée sur la différence d'action des halogènes sur une solution acide d'aniline, l'iode ne produisant pas de réaction apparente, ou, du moins, donnant un produit de substitution incolore et soluble, le brome formant un produit de substitution insoluble, complètement blanc; le chlore donnant des produits d'oxydation colorés, noirs et insolubles, s'il est en quantité notable, rouge violet à chaud, bleus à froid et virant au rouge au bout de quelque temps, dans le cas contraire.

» La sensibilité du réactif dépend de l'acidité de la solution d'aniline; une solution non acide ne donne pas de résultats; une solution contenant une grande quantité d'un acide minéral ne se colore pas ou se décolore rapidement par l'échauffement. Il est préférable d'employer un acide organique tel que l'acide acétique, avec lequel l'échauffement ne produit pas la décoloration. Nous nous sommes arrêtés à la formule suivante :

Solution aqueuse saturée d'aniline incolore	400^{cc}
Acide acétique cristallisable	100^{cc}

» Cette liqueur paraît se conserver indéfiniment, sans se colorer, dans des flacons jaunes.

» La liqueur essayée est amenée par évaporation ou addition d'eau à un volume de 10^{cc}, et introduite dans un ballon. On ajoute 5^{cc} d'un mélange à volumes égaux d'acide sulfurique et d'eau, puis 10^{cc} d'une solution saturée de permanganate de potasse, et l'on chauffe doucement, en dirigeant les gaz dans 3^{cc} à 5^{cc} du réactif, contenus dans un tube à essai plongeant dans l'eau froide. En l'absence du brome et de l'iode, on obtient encore ainsi avec $0^{mgr},1$ d'acide chlorhydrique une coloration bleuâtre, qui se transforme lentement à froid et rapidement à chaud en une coloration rosée plus manifeste. Quand la dose d'acide chlorhydrique augmente, on obtient soit une coloration (très intense déjà pour 1^{mgr}), soit des précipités noirs. Les phénomènes sont différents lorsqu'on se trouve en présence des autres hydracides. Dans les proportions indiquées, l'iode est complètement oxydé et ne passe pas à la distillation, le brome qui est entraîné forme avec le réactif un précipité, et le chlore dégagé colore le réactif, ainsi que le précipité bromé. Mais il se forme, en même temps, du chlorure de brome, lequel n'agit pas comme le chlore, et qui diminue considérablement la précision et surtout la sensibilité de la réaction. Cependant, nous avons obtenu encore les résultats suivants :

Avec HI seul	pas de réaction.
» HBr seul	précipité blanc, liqueur incolore.
» 0,050 HI + 0,050 HBr + 0,050 HCl..	liqueur bleu très intense, puis violet foncé; précipité noir.
» » » + 0,010 HCl..	liqueur et précipité bleu, puis rose intense.
» » » + 0,003 HCl..	teinte bleuâtre, puis nettement rosée.
» » » + 0,001 HCl..	teinte appréciable (rosée au bout de quelque temps).

» La dernière coloration est très faible et l'on n'observe plus rien pour

des dilutions plus grandes. Ainsi qu'on le voit, ces résultats sont suffisants pour déceler la présence de l'acide chlorhydrique en présence des autres hydracides, même en proportions assez faibles. C'est ainsi que l'on peut caractériser la présence des chlorures dans un assez grand nombre de bromures et d'iodures commerciaux. De même, en ajoutant directement de l'eau bromée dans le réactif, la coloration du précipité obtenu pourra indiquer la présence du chlore dans le brome, si ce premier se trouve en assez grande proportion, ce qui a lieu souvent dans le brome du commerce.

» Cependant la sensibilité du procédé est de beaucoup diminuée par la présence des autres halogènes, et les résultats sont moins constants. Il est facile, ainsi que nous le montrerons dans une prochaine Note, de remédier à ces inconvénients et d'obtenir la même sensibilité que dans le cas de l'acide chlorhydrique seul. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le géraniol de l'essence d'*Andropogon Schœnanthus. Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault**.

« O. Jacobsen a décrit sous le nom de *géraniol* [*Ann. Ch.*, t. CLVII, p. 232; *Bull. Soc. chim.*, (2), t. XVI, p. 164] un alcool qui forme la presque totalité de l'*essence de géranium indou*. L'auteur ne donne aucune indication sur la plante qui a fourni l'essence qu'il a étudiée.

» Récemment, M. Semmler [*D. Chem. Ges.*, t. XXIII, p. 1099 et 2965; t. XXIV, p. 201 et 682; *Bull. Soc. chim.*, (3), t. V, p. 1019; t. VI, p. 124, 591 et 1000] étudia l'essence d'*Andropogon Schœnanthus*, vendue dans le commerce sous le nom d'*essence de géranium indou*, et annonça l'identité de cette substance avec le géraniol de Jacobsen.

» L'an dernier, l'un de nous, se fiant aux réactions indiquées par ces deux auteurs, ainsi qu'aux résultats du travail d'Eckart sur le rhodinol [*Arch. pharm.*, t. CCXXIII, p. 315; *Bull. Soc. chim.*, (3), t. VIII, p. 174], admit que le rhodinol, le géraniol du pélargonium et le géraniol de l'*Andropogon* possédaient la même constitution, le dernier constituant le racémique des deux autres qui sont actifs tous les deux et qui semblent identiques.

» Depuis, M. Bouchardat a annoncé avoir obtenu ce même géraniol par isomérisation d'un linalol extrait de l'essence de lavande (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1253); enfin, MM. Tiemann et Semmler [*Bull. Soc. chim.*,

(3), t. IX, p. 979], se basant sur cette affirmation de M. Bouchardat, prétendirent que tous les alcools en $C^{10}H^{18}O$ étaient identiques au géraniol ou pouvaient se transformer en géraniol par l'action de l'anhydride acétique; ils proposèrent en même temps pour le géraniol la constitution suivante :

```
      CH³
      |
      C
     / \\
   CH   CH
   ||   |
   CH   CH²OH
     \
      CH²
      |
      CH
     / \
  CH³   CH³
```

ils annonçaient en même temps que l'aldéhyde de cet alcool était identique au citral ou aldéhyde citriodorique et identique également au licaréal, au linalal, au rhodinal, etc.

» Ces affirmations ont été à nouveau corroborées dans un récent travail de MM. Bertram et Gildemeister (*Journ. f. prakt. Chem.*, 2e série, t. XLIX, p. 185). Ces chimistes ont combiné au chlorure de calcium le géraniol de l'andropogon, celui du pélargonium, le rhodinol de l'essence de roses, l'alcool isomérisé préparé par eux au moyen de l'essence de linaloë. Tous ces alcools leur ont fourni des combinaisons cristallisées qui, décomposées par l'eau, ont donné naissance à des alcools que leurs propriétés physiques les ont conduits à déclarer identiques.

» Un certain nombre des faits que nous venons d'énoncer étant en contradiction avec ceux que nous avons constatés à propos de l'aldéhyde citriodorique, nous avons repris l'étude de l'essence d'*Andropogon Schœnanthus* et en particulier son oxydation.

» Dans une première expérience, nous avons fait tomber le géraniol dans le mélange chromosulfurique bouillant en quantité calculée pour dégager O^{10} par molécule d'alcool ; nous avons obtenu :

» 1° Un dégagement abondant d'acide carbonique entraînant de la diméthylcétone C^3H^6O;

» 2° Un mélange d'acides volatils formés exclusivement d'acides acétique et formique, sans aucune trace d'acide valérianique;

» 3° De l'acide térébique $C^7H^{10}O^4$ cristallisé et fusible à 174°, avec lequel nous avons préparé le diatérébate de baryum que nous avons analysé.

» Dans une seconde expérience, le mélange chromosulfurique en quantité capable de fournir O^2 par molécule d'alcool a été ajouté peu à peu au géraniol; dans ces conditions, nous avons obtenu :

» 1° Du géranial $C^{10}H^{16}O$ bouillant à 113° sous une pression de 13^{mm}, identique à l'aldéhyde citriodorique.

» 2° Une méthylhepténone $C^8H^{14}O$ bouillant à 169°-172° et possédant toutes les propriétés de la méthylhepténone naturelle; de même que cette dernière, elle ne donne pas le dérivé bromé cristallin signalé par MM. Tiemann et Semmler. La réaction qui engendre la méthylhepténone fournit en même temps du paracymène qui provient de l'action de l'acide sulfurique dilué sur le géranial, ainsi que nous nous en sommes assurés par une expérience spéciale.

» Le mélange des deux corps traité par l'hydroxylamine nous a donné l'oxime bouillant à 112°-115° sous une pression de 12^{mm}, que nous avons séparée du paracymène par distillation fractionnée; cette séparation n'a d'ailleurs pas été complète, car à l'analyse nous avons obtenu des chiffres un peu trop élevés pour le carbone.

» 3° De l'acide méthylhepténone carbonique $C^8H^{13}O.CO^2H$ dont nous avons analysé les sels de baryum et de calcium.

» Nous avons également réalisé l'oxydation permanganique du géraniol. Dans ces conditions, M. Semmler annonce avoir obtenu presque 1 molécule d'acide valérianique par molécule de géraniol oxydé; nous n'avons obtenu que de l'acide acétique comme acides volatils.

» En un mot, le géraniol de l'*Andropogon Schœnanthus* nous a fourni les mêmes produits d'oxydation que l'aldéhyde citriodorique; nous pouvons donc admettre, comme l'ont déjà fait MM. Tiemann et Semmler (et c'est en cela que nous sommes d'accord avec eux), que l'aldéhyde citriodorique est bien réellement l'aldéhyde du géraniol de l'*Andropogon Schœnanthus,* qui possédera la constitution

```
        CH³
         |
         C
       /  \\
    CH²    CH²
     |
    CH²    CH²OH
       \  /
        C
        ||
       /  \
    CH³    CH³
```

et non pas celle que ces savants ont indiquée.

» Les expériences que nous avons entreprises sur l'essence de pélargonium nous permettent d'affirmer dès à présent que cette essence est absolument différente de l'essence d'*Andropogon Schœnanthus;* on ne peut donc plus laisser à l'alcool de l'essence d'*Andropogon Schœnanthus* (Graminées) le nom de *géraniol,* qui perpétuerait une erreur fâcheuse. Nous proposons de le nommer *lémonol,* ce qui indique ses rapports avec l'aldéhyde citriodorique, à laquelle conviendrait le nom de *lémonal* qui rappelle son origine (essence de lémon grass, *Andropogon citratus,* graminées), en même temps que sa fonction chimique. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Existe-t-il une digestion sans ferments digestifs des matières albuminoïdes?* par M. A. **Béchamp.**

« M. A. Dastre (*Comptes rendus,* t. CXVIII, p. 959) a étudié les transformations que subissent « les substances albuminoïdes crues » au contact de solutions salines antiseptiques, et a assuré que ces transformations sont les mêmes qu'elles éprouvent sous l'influence du suc gastrique ou du suc pancréatique; d'où il suivrait qu'il existerait des digestions sans ferments digestifs. M. Dastre a particulièrement étudié la fibrine fraîche soumise à l'action de dissolutions de fluorure et de chlorure de sodium; il reconnaît que cette fibrine ne se dissout pas simplement, et admet que c'est en se transformant en diverses substances appelées *globulines, protéoses* (propeptones) et *peptones,* comme elle le ferait sous l'influence du suc gastrique. Pour expliquer les résultats qu'il a obtenus, l'auteur, mettant hors de cause les agents physiologiques, n'a vu que deux hypothèses possibles, et il s'arrête à celle qui consiste à admettre l'action physique de la solution saline sur l'albuminoïde instable qu'est la fibrine, la caséine et l'albumine. Enfin, M. Dastre a donné ses expériences comme un nouvel exemple de » l'extrême mutabilité des albuminoïdes » et comme apportant « une con» firmation à la doctrine soutenue par M. Duclaux de l'inanité des spécifica» tions chimiques établies dans cette catégorie de produits organiques ».

» Depuis longtemps, comme M. Dastre aujourd'hui, j'ai publié les résultats d'expériences démontrant que la disparition progressive de la fibrine immergée soit dans l'acide chlorhydrique très dilué, soit dans l'eau pure, avec ou sans addition d'un agent antiseptique, n'est pas le fait d'un simple phénomène de dissolution, mais le résultat d'une transformation [1]. Sur ce point, l'expérience de M. Dastre est l'éclatante confirmation

---

(1) A. Béchamp, *Mémoire sur les matières albuminoïdes* (*Savants étrangers,* n° 3, p. 212 et p. 408; 1884).

des miennes. Où je suis encore d'accord avec M. Dastre, c'est lorsqu'il a le soin d'écarter l'hypothèse d'une zymase que la fibrine importerait du sang dont elle provient. Mais là s'arrête l'accord; car l'hypothèse que l'agent antiseptique salin serait l'agent des transformations observées, il faut l'écarter aussi.

» Quelle est donc la véritable cause du phénomène?

» M. Dastre, d'accord avec l'opinion reçue, a considéré la fibrine comme étant un pur principe immédiat comparable à la caséine qui est insoluble comme elle. Mais si la caséine et les albumines pures, telles que je les ai fait connaître, sont de vrais principes immédiats, tels que Chevreul les concevait, il n'en est pas de même de la fibrine.

» La caséine récemment préparée, pure et encore humide, se dissout instantanément dans l'acide chlorhydrique très dilué, sans trace de résidu insoluble, et elle se conserve indéfiniment, sans se transformer, dans l'eau phéniquée. Enfin, la caséine cuite conserve sa parfaite solubilité dans les mêmes conditions.

» La fibrine ordinaire, au contraire, bien fraîche, ne se dissout pas instantanément dans les mêmes conditions. La dissolution est toujours très lente; elle est fonction du temps et de la température, et, chose digne d'attention, l'addition d'une petite quantité de phénol, à doses croissantes, retarde beaucoup la dissolution. Enfin la fibrine cuite à 100° ne se dissout plus dans l'acide étendu qui la dissolvait avec le temps.

» Mais, tandis que la caséine cuite et sèche, chauffée à 140° même, se dissout sans résidu dans l'acide à $\frac{2}{1000}$, la fibrine fraîche ne se dissout jamais tout entière, fait depuis longtemps observé par Bouchardat (1842). Ce qui ne se dissout pas ne représente jamais qu'une minime fraction du poids de la fibrine, mais est essentiellement constitué par une infinité de granulations moléculaires d'une ténuité extrême. Ces granulations moléculaires, je les ai caractérisées comme étant des microzymas, les plus petits de tous les ferments. J'ai écrit l'histoire des microzymas de la fibrine, qui sont ceux du sang (¹). On en trouvera les détails dans mon Mémoire du *Recueil des Savants étrangers*. J'y ai montré que ces microzymas expliquent les propriétés singulières de la fibrine de décomposer l'eau oxygénée, de fluidifier, quoique elle-même insoluble, l'empois de fécule. Ces mêmes microzymas nous avaient déjà expliqué, à Estor et à moi, comment dans l'empois fluidifié la fibrine donne naissance à des vibrioniens (²).

(¹) Mémoire cité.

(²) A. Béchamp et A. Estor, *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 408, et t. LXIX, p. 713; 1869.

» De leur histoire il est à propos de rapporter ceci : à poids égal ils décomposent l'eau oxygénée et fluidifient l'empois avec une intensité incomparablement plus grande que la fibrine et, comme elle, ils perdent ces propriétés par la cuisson.

» Quand ils ont épuisé leur action décomposante sur l'eau oxygénée, ils ne fluidifient plus l'empois et ne deviennent plus bactéries; mais ceux qui ont fluidifié l'empois décomposent encore l'eau oxygénée.

» Et ils sont albuminoïdes, en ce sens que, organisés et vivants, ils sont formés de telles matières en même temps que des autres matériaux, organiques et minéraux, nécessaires à tout être vivant. Étant albuminoïdes, ils peuvent donc sécréter leur zymase, ainsi que je l'ai prouvé des autres microzymas et des ferments en général. C'est par la zymase qu'ils sécrètent qu'ils transforment peu à peu la matière de la fibrine en les divers termes de dédoublement que je me suis efforcé de caractériser, non pas seulement par leur coagulabilité, caractère trop contingent, mais par leur pouvoir rotatoire, leur composition ou d'autres propriétés. Je note seulement qu'aucune des substances isolées ne décompose l'eau oxygénée, et que parmi elles se trouve une zymase.

» La fibrine se dissout donc en se transformant, grâce à la zymase produite par ses propres microzymas. Et, si l'on compare la transformation subie à la digestion, il faut dire que le ferment digestif est précisément cette zymase. Mais les produits formés diffèrent selon que la transformation s'opère en présence de l'acide chlorhydrique ou de l'eau seule, l'un et l'autre phéniqués, et ces produits diffèrent de ceux formés sous l'influence du suc gastrique. On en jugera par les pouvoirs rotatoires moyens de l'ensemble des corps produits dans ces trois circonstances :

Pour la fibrine	dans l'acide très dilué.......	$[\alpha]_j = -72^\circ$ à -73°
»	dans l'eau.................	$[\alpha]_j = -29$ à -30
»	dans le suc gastrique.......	$[\alpha]_j = -64$ à -66

» Le résidu insoluble que laisse la fibrine qui se transforme dans l'eau phéniquée est plus abondant que sous l'influence de l'acide chlorhydrique à $\frac{2}{1000}$. Ce résidu, composé de fines granulations moléculaires, se résout en les mêmes microzymas, en le traitant par le même acide chlorhydrique, et ces microzymas possèdent toutes les propriétés que j'ai énumérées. Ils existent certainement dans le produit insoluble de l'expérience de M. Dastre. On les retrouve dans le résidu insoluble de la digestion par le suc gastrique ou par le suc pancréatique.

» La fibrine n'est donc point un principe immédiat, elle est, ainsi qu'en 1869 nous le disions, Estor et moi, une sorte de fausse membrane à micro-

zymas. Comme telle, elle est plus ou moins comparable aux membranes et tissus jadis employés comme ferments et étudiés avec tant de soin par M. Berthelot ([1]).

» L'analyse chimique et l'analyse anatomique m'ont appris à résoudre certaines cellules, tissus et humeurs en leurs principes immédiats albuminoïdes incomplexes et en leur élément anatomique fondamental qui est le microzyma.

» Si un tissu, une humeur sont muables, c'est-à-dire naturellement altérables, si une cellule est transitoire, c'est à cause de leurs microzymas, qui, eux, ne sont point transitoires. Si l'on pouvait toujours en séparer ces microzymas, ils seraient inaltérables dans les conditions de mes expériences, parce que leurs principes immédiats seraient privés de ces éléments anatomiques auxquels ils sont associés et sur qui réside l'énergie qui est appelée *vitale*, énergie dont une partie est emportée par les zymases qu'ils sécrètent. Et si, par l'action d'une température suffisamment élevée, on tarit plus ou moins leur altérabilité, c'est parce qu'on tarit l'énergie qui opérait les mutations, comme on enrichit par le même moyen l'activité des zymases.

» Il n'y a donc pas de transformations d'albuminoïdes de l'ordre des phénomènes digestifs, sans une cause physiologique; et il n'est pas vain de prouver que les albuminoïdes sont réductibles en espèces définies, stables. »

ZOOLOGIE. — *Essai d'une théorie du temporal.* Note de M. **S. Jourdain**, présentée par M. Perrier.

« Des pièces osseuses qui entrent dans la composition du crâne, le temporal est celle dont la complexité est la plus grande et dont les homologies sont les plus difficiles à interpréter et à suivre dans la série des Vertébrés.

» Pendant longtemps, cet os a été décrit sans critique dans les ouvrages d'Anatomie humaine. Tous les détails ostéographiques y étaient minutieusement relevés, mais étudiés surtout à un point de vue pratique, qui déterminait l'importance qu'on attribuait à chacun d'eux.

» De là une façon peu scientifique d'envisager le temporal, qui a exercé une influence fâcheuse sur les anatomistes qui se sont occupés d'Ostéographie comparée.

» En nous appuyant sur les données embryogéniques et physiologiques, nous allons essayer d'analyser les éléments du temporal, ou plutôt du groupe ostéologique désigné sous ce nom.

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. L, p. 322; 1857.

» Dans le temporal complet, tel qu'il se présente chez un Vertébré supérieur, il faut distinguer deux portions : une portion *sensorielle* ou *auditive* et une portion *cranienne,* comprenant chacune un groupe de pièces osseuses demeurant ou non distinctes.

» La portion sensorielle se compose fondamentalement d'une capsule cartilagineuse ou ossifiée destinée à loger l'oreille interne. Cette portion (*rocher* des anatomistes) serait mieux dénommée, avec Huxley, *périotique*. D'après cet anatomiste, le périotique, à son tour, est un groupe ostéologique comprenant principalement trois éléments : le *prootique*, *l'épiotique* et l'*opisthotique,* englobant chacun une portion spéciale de l'oreille interne.

» Au périotique est adjoint un réservoir osseux (*os de la caisse*) renfermant de l'air et des osselets, qui jouent un rôle important dans la perception des sons.

» L'os de la caisse possède une annexe d'importance secondaire, creusée de diverticules en rapport avec lui : c'est le *mastoïdien*.

» Enfin, l'orifice externe de la caisse possède un cadre osseux (*cercle tympanique*), sur lequel est tendue la membrane du tympan.

» Pour prendre une bonne idée de ce groupe sensoriel, il faut examiner le temporal de certains Cétacés, où les os qui le composent constituent un ensemble qui reste distinct de la portion cranienne.

» Cette dernière portion comprend deux pièces :

» 1° L'*os carré* servant à l'articulation de la mâchoire inférieure; 2° le *squamal* contribuant dans une mesure variable à constituer latéralement la boîte cranienne.

» En admettant ces deux facteurs dans la composition du temporal, nous considérons la portion auditive comme surajoutée et en quelque sorte intercalée entre les éléments de la vertèbre cranienne placée en avant de la vertèbre occipitale. Cette vertèbre ne comprend alors que le sphénoïde postérieur, les petites ailes, le carré, peut-être les squamaux et les pariétaux.

» Nous allons essayer maintenant, en nous appuyant sur cette conception théorique de temporal, d'esquisser dans la série des Vertébrés l'évolution des divers éléments que nous avons reconnus dans cet os.

POISSONS.

» *Portion sensorielle.* — Les membres du périotique composent à l'extérieur les parois de la région latérale et postérieure du crâne.

» *Portion cranienne.* — Les pièces du carré restent distinctes chez les Téléostéens et au nombre de trois : *carré, carré supérieur* (hyo-mandibulaire), *carré intermédiaire* (symplectique).

BATRACIENS.

» *Portion sensorielle.* — Périotique encore extériorisé latéralement.

» *Portion cranienne.* — Un carré. Le squamal apparaît sur les côtés du crâne et tend à refouler et à recouvrir le périotique.

REPTILES.

» *Portion sensorielle.* — Le périotique tend de plus en plus à disparaître derrière le facteur cranien. Point encore de mastoïdien ni d'os de la caisse.

» *Portion cranienne.* — Un carré distinct. Squamal finissant par entrer dans les parois de la boîte cranienne et arrivant à recouvrir extérieurement le facteur sensoriel, pour rejoindre le pariétal.

OISEAUX.

» *Portion sensorielle.* — Le périotique est devenu interne. Caisse à parois d'emprunt (squamal, occipital latéral et dépendance du sphénoïde). Point de mastoïdien ni de cercle tympanique.

» *Portion cranienne.* — Carré distinct. Squamal peu développé, désigné à tort comme un mastoïdien par R. Owen.

MAMMIFÈRES.

» *Portion sensorielle.* — Périotique bien ossifié (rocher). Un os de la caisse. Ordinairement un mastoïdien. Un anneau tympanique.

» *Portion cranienne.* — Un carré (région glénoïdienne et base de l'apophyse zygomatique) soudé aux autres pièces du temporal ou simplement au squamal ayant un développement en rapport avec celui de la boîte encéphalique, qu'il contribue de plus en plus à agrandir.

» Ici nous nous voyons forcé d'ouvrir une parenthèse pour appuyer en quelques mots (la chose demanderait une discussion approfondie) cette manière d'envisager le carré, différente de celle qui est admise. On considère, en effet, le carré comme représentant soit l'enclume (Reichert), soit le marteau (Huxley). Nous nous bornerons à faire remarquer que les osselets de l'oreille sont des pièces ayant une affectation spéciale, dont le développement suit celui de l'organe de l'ouïe. Est-il rationnel d'admettre que ces osselets, qu'on voit graduellement se réduire en descendant des Mammifères aux Vertébrés moins parfaits, se montrent dans les Poissons, par exemple, où l'oreille est simplifiée avec des dimensions énormes et complètement détournés de leur adaptation sensorielle?

» Inutile de rappeler que le styloïdien, décrit souvent avec le temporal, n'appartient pas à ce groupe, mais au système hyoïdien. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Étude des lacs de Gérardmer, Longemer et Retournemer dans les Vosges.* Note de M. J. THOULET.

« Je viens d'achever la rédaction des observations que, depuis plusieurs années, j'avais commencé à recueillir dans les trois lacs de Gérardmer, Longemer et Retournemer. Mon travail a consisté à lever le plan de ces lacs, à en représenter le relief immergé par des courbes isobathes; j'ai pris, avec un thermomètre à retournement, la température des diverses couches d'eau depuis la surface jusqu'au fond, à diverses époques et même alors que le lac était congelé; de nombreux échantillons d'eaux ont été récoltés à des profondeurs différentes, à l'aide d'une bouteille de Mill, filtrés et ensuite analysés; la vase du fond a été aussi analysée; enfin la transparence a été mesurée au disque de Secchi.

» Mes principales conclusions sont les suivantes :

» Au point de vue topographique, le bassin de ces lacs est assez régulier; il a pour chacun d'eux la forme d'une cuvette dont la profondeur maximum est de $36^m,2$ (Gérardmer), $29^m,4$ (Longemer) et $11^m,6$ (Retournemer). Ce dernier lac semble, du reste, être en voie de dessèchement. Ils contiennent respectivement : Gérardmer $17\,892\,900^{mc}$ et Longemer $9\,759\,700^{mc}$ d'eau.

» La couche de variation thermique brusque est très nettement indiquée à Longemer, où elle se présente par 7^m ou 8^m de profondeur et donne une variation de température de $5°$ sur une épaisseur de $1^m,50$ environ. A Gérardmer, elle est par 10^m. La distribution de température dans les eaux d'un lac dépend surtout du climat : régulière dans les climats réguliers, comme aux Açores ou dans nos pays, pendant l'hiver, alors que la croûte glacée superficielle couvre et protège l'eau sous-jacente, elle devient fort irrégulière en été, même dans le cours d'une seule journée où, ainsi que l'a montré M. Grissinger dans le Weissensee, en Carinthie, le mouvement thermique et certainement aussi mécanique des eaux se fait sentir jusqu'à 38^m de profondeur. En été, la température de Longemer, entre 16^m et le fond, est de $5°$, celle de Gérardmer est de $6°$, tandis qu'en hiver, la température de l'eau étant de 1,2 à 1,5 immédiatement au-dessous de la croûte de glace, elle est de 2,7 à 1^m de profondeur pour atteindre 3,3 au fond même du lac.

» Le régime thermique d'un lac est fonction non seulement du climat,

mais encore des variations de température de la nuit au jour et de l'hiver à l'été; il dépend aussi du nombre des affluents apparents ou cachés, de leur débit et de la température de leurs eaux, du rapport existant entre l'aire superficielle du lac et la profondeur, de la forme du fond et du temps que séjournent les eaux dans le lac, du vent, de la pluie, de l'évaporation, de la congélation plus ou moins prolongée.

» Les lacs des Vosges confirment l'opinion énoncée par M. le professeur Richter de Gratz que la température des eaux s'élève au contact immédiat du sol formant les parois et la cuvette du lac.

» La transparence est variable avec la saison : elle est en été de $4^m,50$ à $6^m,50$.

» L'existence des seiches n'a pas été constatée.

» L'analyse chimique de trente-deux échantillons d'eaux montre beaucoup d'irrégularité de composition entre les couches situées à diverses profondeurs et il en est de même pour la quantité des matières organiques et inorganiques en suspension. Le carbonate de chaux dissous est souvent, mais pas toujours, en proportion moindre à la surface qu'en profondeur. Il est probable que le phénomène est dû tout simplement à un mélange d'eau de pluie bien plus encore qu'à l'action de la vie des plantes.

» Les vases de ces lacs ont été analysées. Après dessiccation à 110°, elles renferment 24,2 de matière organique et 57,7 pour 100 de silice. Elles sont principalement composées de diatomées et peuvent servir à l'amendement des terres ainsi qu'à d'autres usages industriels. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'accroissement de température des couches terrestres avec la profondeur dans le bas Sahara algérien.* Note de M. **Georges Rolland**, présentée par M. Daubrée.

« En Europe, il résulte d'observations multiples faites dans les mines, sur les puits artésiens, etc., que la température des couches terrestres croît, en moyenne et sauf exceptions locales, de 1° pour une trentaine de mètres d'augmentation de profondeur (à partir de la couche de température constante). La présente Note a pour objet de démontrer que, dans le bas Sahara algérien, elle croît beaucoup plus rapidement, en raison des eaux artésiennes qui imprègnent les terrains de ce bassin.

» Les sondages de l'Oued Rir' ont permis de faire de nombreuses observations sur les températures des nappes artésiennes de la région. Ces

observations indiquent, pour la nappe jaillissante principale, des températures de 23° à 26°,8; voici leurs moyennes par groupe de sondages.

Groupes principaux des puits jaillissants tubés de l'Oued Rir' (du nord au sud).	Profondeurs moyennes du maximum de débit de la nappe jaillissante principale.	Températures moyennes de la nappe jaillissante principale.
1° *Artère artésienne principale :*		
Groupe d'Ourir (Mraïer)........	75 m	25°,2
Groupe de Tinedla..............	80	26,1
Groupe d'Ourlana...............	70	25,5
Groupe de Moggar...............	70	25,8
Groupe de Tebesbest (Tougourt)..	81	25,5
2° *Groupes latéraux* (à l'ouest) :		
Groupe de Tamerna..............	60	24,8
Groupe de Sidi Rached..........	55	24,8

» On voit qu'à l'ouest de l'artère artésienne principale, la température diminue avec la profondeur; mais, le long de l'artère même, il n'apparaît aucune loi de variation des températures ni avec la profondeur, ni avec la latitude ; de même, si l'on cherche à coordonner les différences de températures et de profondeurs des nappes successives qui sont consignées dans les journaux de sondage. Ville avait également entrepris déjà, en 1861, un travail de ce genre; mais il n'avait pu aboutir à rien de précis.

» Je me suis proposé, néanmoins, de concert avec M. Jus, d'éliminer les observations douteuses ou non probantes et de ne retenir que celles faites avec des garanties suffisantes, sur des puits bien tubés, où seule la nappe principale se trouve captée. Or, même dans ces conditions, on ne constate pas une température uniforme pour une profondeur déterminée.

» La grande nappe des eaux artésiennes de l'Oued Rir' n'a donc pas partout une température constante, même le long de l'artère principale : sa température peut varier de plus de 1 degré, même à des distances très rapprochées. Ces variations ne sauraient s'expliquer que par des conditions différentes d'alimentation souterraine; je considère, en effet, que, parmi les divers modes d'alimentation, il existe, à l'aplomb de l'artère de l'Oued Rir', des cheminées d'ascension correspondant à des sources crétacées de la profondeur. Mais, toute observation directe étant impossible dans cet ordre d'idées, le mieux, pour aboutir à une conclusion ferme et générale relativement à la température de la grande nappe de l'Oued Rir', était de prendre la moyenne des températures les plus dignes de confiance, de manière à compenser les effets des variations locales. Calculant donc

cette moyenne le long de l'artère principale, j'ai trouvé *une température moyenne de* 25°,6 *pour une profondeur moyenne de* 75^{m}.

» Cela posé, la méthode la plus sûre pour déterminer l'accroissement de température avec la profondeur sous cette région, m'a semblé être de comparer le résultat ainsi établi à la température du sol près de la surface ou, plus exactement, à celle de la couche dite *invariable* du sous-sol.

» A cet égard malheureusement, on ne possède que des observations bien incomplètes, faites çà et là sur les puits ordinaires. D'après M. E. Renou et M. L. Teisserenc de Bort, la température moyenne de l'air à Biskra est de 21° à 21°,5; elle doit être un peu plus élevée à Tougourt, mais de bien peu. « Les puits de 20^{m}, ajoute M. Renou, ont des tempéra-» tures d'environ 22°, bien en rapport avec cette température de l'air : » c'est à peu près la température de la couche invariable. » M. L. Teisserenc de Bort estime également, à en juger par les puits du Souf, qu'il faut bien aller à 20^{m} pour trouver une température constante, et il considère que celle-ci est de 22° à 23°.

» Ainsi donc, la différence moyenne de profondeur entre la couche invariable et la grande nappe de l'Oued Rir' serait d'environ 55^{m}, et la différence des températures correspondantes d'environ 3° : soit, pour un accroissement de température de 1°, une augmentation de profondeur de 18^{m},3, ou, en chiffres ronds, de près de 20^{m}.

» Plus au sud, à Ouargla, où se trouve la seconde artère artésienne du bas Sahara, mes observations sur les températures des puits jaillissants donnent une moyenne de 24°,2 pour une profondeur d'un peu plus de 35^{m}, et il est facile d'en déduire que la progression de température avec la profondeur est beaucoup plus rapide encore que dans l'Oued Rir'. Cela tient surtout, il est vrai, à la situation particulière du bas-fond encaissé de Ouargla ([1]), bien plutôt qu'à la diminution de latitude.

» Mais, à proprement parler, tout ce qui précède ne s'applique qu'aux eaux artésiennes elles-mêmes. Dans quelle mesure peut-on admettre ici les mêmes conclusions pour les températures des couches terrestres?

» On sait que les eaux souterraines sont loin d'avoir toujours même température que les terrains qui les renferment; elles ont besoin d'un temps ou d'un parcours suffisants pour se mettre en équilibre de température avec le milieu ambiant. L'objection ne porte pas cependant, dans l'Oued Rir', sur la couche invariable; car, à 20^{m} de profondeur, et surtout

---

([1]) Georges Rolland, *Géologie du Sahara* (Challamel, 1890), Pl. XVIII, *fig.* 3.

dans le bassin artésien du bas Sahara, tout imprégné d'eaux ascendantes, les eaux souterraines ne peuvent être refroidies par les eaux superficielles.

» Mais, pour ce qui est des nappes artésiennes profondes, leurs températures sont sans doute plus élevées que ne le seraient celles des terrains aquifères, supposés secs, aux mêmes profondeurs ([1]). De plus, leurs eaux se renouvellent sans cesse par la profondeur, comme contre-partie aux débits des puits jaillissants et à l'évaporation de la surface. Il s'agit là toutefois d'un renouvellement très lent, le réservoir souterrain comprenant un volume d'eau relativement considérable; en outre, l'allure statigraphique du gisement artésien est régulière, le long de l'artère principale tout au moins, sous le manteau de la couverture. Dans des conditions semblables, on peut, au Sahara comme en Europe, confondre pratiquement la température des nappes artésiennes avec celle des couches correspondantes.

» Ma conclusion est donc que, *dans maintes parties du bas Sahara algérien, entre les* 35e *et* 30e *degrés de latitude, la température des couches terrestres croît réellement en profondeur d'au moins* 1° *pour* 20^m, *et souvent plus rapidement encore*. Mais, comme cela résulte surtout des eaux artésiennes de ce bassin, il serait inexact d'en conclure à une variation aussi rapide de la loi des températures souterraines en raison inverse de la latitude, de l'Europe au Sahara. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Carte agronomique du canton de la Ferté-sous-Jouarre*. Note de M. GATELLIER, présentée par M. Aimé Girard.

« La connaissance de la composition du sol en éléments fertilisants, c'est-à-dire en azote, en acide phosphorique, en potasse et en chaux est indispensable pour le bon emploi des engrais complémentaires.

» Le comité des stations agronomiques, institué au Ministère de l'Agriculture, a défini les relations normales qui, au point de vue de l'utilisation de ces éléments, existent entre la plante et le sol, indiqué les teneurs au delà desquelles l'augmentation par l'engrais cesse d'être nécessaire, et donné enfin une interprétation précise du rôle que doit jouer l'analyse du

---

([1]) Les eaux artésiennes de l'Oued Rir' proviennent en partie de nappes crétacées qui s'écoulent souterrainement des massifs montagneux de l'Aurès. On comprend donc que la température originelle des eaux de cette provenance soit supérieure à celle qui ne correspondrait qu'à la profondeur à laquelle on les retrouve dans le bas Sahara, et qu'elle y influe notablement sur l'ensemble du gisement artésien.

sol au point de vue de l'emploi des engrais, de leur convenance et de la quantité qu'il en faut employer pour obtenir une pleine récolte.

» L'analyse physique du sol indiquant la prédominance de l'argile, du sable ou du calcaire est également, pour le cultivateur, d'une grande importance. On ne saurait cependant espérer que celui-ci s'astreigne à soumettre à l'analyste la terre de chacune de ses pièces; lorsque surtout le territoire est très morcelé, pareil travail cesse d'être possible.

» C'est en pesant ces diverses considérations que l'idée m'est venue de l'établissement de Cartes agronomiques donnant, pour une région, les résultats de l'analyse du sol sur des points rapprochés en nombre suffisant d'après les variations de composition de la terre; de telle sorte que chacun de ces points indiquât la composition du terrain dans une zone déterminée, au delà de laquelle un autre point reproduirait, pour une autre zone, des indications analogues.

» La limitation de ces zones est déterminée par la Carte géologique qui fixe les limites de variation du sous-sol. En effet, la terre végétale dépend en grande partie de celui-ci. La plupart du temps elle est issue directement de ce sous-sol, ameublie, décomposée par les influences atmosphériques et par la culture. Elle varie avec lui, elle en est le reflet; ou, si l'on veut, c'est un voile transparent qui laisse voir les propriétés des couches sous-jacentes ou géologiques. Il n'y a d'exception que pour les terrains de transport, mais ces sortes de terrains, qui sont plus susceptibles de variation dans leur composition, sont indiquées sur les Cartes géologiques, et il n'y a qu'à augmenter sur leur surface le nombre de prises d'échantillons.

» La meilleure Carte agronomique doit donc être une Carte géologique détaillée à grande échelle avec l'indication de la composition du sol en un nombre considérable de points d'essai répartis sur les diverses couches géologiques.

» Dès avant 1868, M. Risler, directeur de l'Institut agronomique, a exposé cette théorie. Partageant ses idées, j'ai entrepris, avec l'aide de M. Duclos, chimiste de la Société d'Agriculture de Meaux, la confection des Cartes agronomiques de chacune des communes de l'arrondissement de Meaux.

» J'ai commencé par les communes du canton de la Ferté-sous-Jouarre, dont j'avais dressé moi-même la Carte géologique, en ma qualité d'ingénieur des Mines.

» Les prises d'échantillon du sol, de 0^m à $0^m,25$ de profondeur, ont été faites dans chaque couche géologique en plus ou moins grand nombre,

suivant l'importance de la couche, leur position étant notée par l'instituteur, sur un calque du plan d'ensemble cadastral, à l'échelle de $\frac{1}{10000}$. M. Duclos, après avoir exécuté l'analyse de ces échantillons, a indiqué, sur la copie de cette Carte, la composition de chacun d'eux aux points mêmes où ils ont été prélevés. A cet effet, en chacun des points d'essai, nous avons tracé deux séries de bâtonnets. Chacune d'elles est orientée suivant une direction propre. Les bâtonnets qui se rapportent à la constitution physique sont parallèles au bord supérieur de la Carte; ceux qui indiquent la composition chimique sont perpendiculaires aux premiers. Dans chaque série, les bâtonnets sont d'une couleur différente, suivant qu'ils désignent tel ou tel élément fertilisant. Pour la composition chimique, leurs longueurs, rapportées à une échelle déterminée, sont proportionnelles à la richesse du sol en l'élément qu'ils représentent. Pour la chaux, dont la teneur varie de 0 à 20 pour 100, il a fallu adopter une échelle spéciale, différente de celle qui a été adoptée pour l'azote, l'acide phosphorique et la potasse, dont la proportion dans les terres ne varie, en général, qu'entre 0 et 3 pour 1000.

» A l'aide de ces Cartes, chacun des cultivateurs de la commune, pouvant trouver l'emplacement de sa pièce de terre sur le plan d'ensemble cadastral, peut savoir aussitôt quelle est la composition physique et chimique de son sol, avec une approximation suffisante, en prenant l'analyse du point le plus voisin dans la même couche géologique, et s'en servir pour la détermination de la composition de ses engrais.

» Tous les points où des échantillons ont été prélevés sont numérotés, et un tableau indique la section et le numéro du cadastre correspondant à chacun d'eux. Des reproductions de ces Cartes agronomiques communales sont affichées à la mairie ou à l'école de chaque commune et, moyennant un prix réduit, sont mises à la disposition des cultivateurs.

» La Carte agronomique de tout le canton de la Ferté-sous-Jouarre, d'une contenance de 20963 hectares, et dont la formation géologique comprend sept couches successives du terrain tertiaire et une couche d'alluvion de la Marne qui le traverse, est naturellement composée des dix-neuf Cartes communales de ce canton, à une échelle moitié moindre, c'est-à-dire au $\frac{1}{20000}$. Elle comprend les résultats de 331 analyses du sol.

» L'examen de cette Carte d'ensemble montre immédiatement la concordance frappante qui existe entre les couches géologiques et la nature du sol. Ce sont les mêmes éléments de fertilité qui prédominent ou qui font défaut dans les mêmes couches géologiques.

» Cette loi se vérifie en particulier pour la Brie, plateau d'argile à meulières, souvent recouvert de limon quaternaire, et présentant en quelques points des émergences d'îlots de sable de Fontainebleau.

» Dans toute cette formation, la chaux et l'acide phosphorique manquent; aussi le marnage et l'emploi des phosphates produisent-ils des effets merveilleux.

» La Société d'Agriculture de Meaux poursuit la confection de ces Cartes agronomiques, qu'elle se propose d'étendre à l'arrondissement tout entier. Il lui faut encore terminer les Cartes agronomiques de 6 cantons comprenant 135 communes.

» L'ingénieur des Mines de la circonscription, M. Janet, prépare les Cartes géologiques au $\frac{1}{20000}$, nécessaires pour mener à bien cette publication qui, lorsqu'elle sera terminée, constituera une véritable œuvre d'utilité publique pour l'agriculture de cette région. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. M. B.

ERRATA.

(Séance du 15 mai 1894.)

Note de M. *d'Abbadie* :

Page 1113, ligne 10, *au lieu de* 1964 kilomètres, *lisez* 19, 64 kilomètres.